
UNIVERSIDAD Ð SEVILLA
Biblioteca


UMASS
BOSTON




EX BIBLIOTECA
D. A. de VLLOA



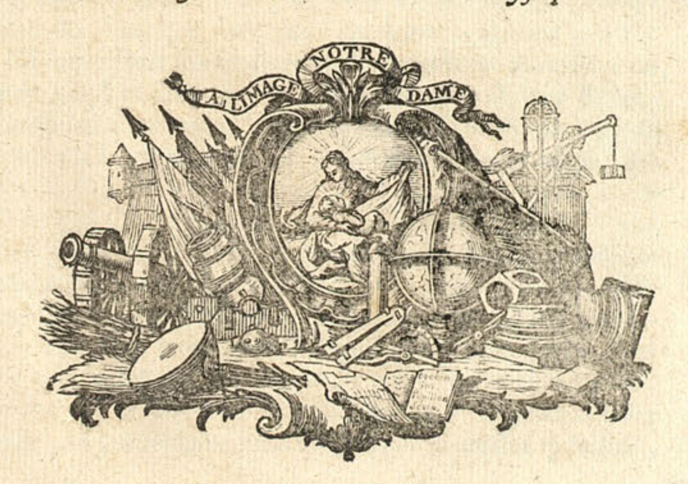
ENTRETIENS
SUR LA CAUSE
DE L'INCLINAISON
DES ORBITES
DES PLANETES.

Où l'on répond à la Queſtion propoſée par l'ACADEMIE ROYALE DES SCIENCES, pour le ſujet du Prix des années 1732. & 1734.

Par M. BOUGUER *de la même Académie.*

SECONDE EDITION.

Dans laquelle on a ſaiſi l'occaſion d'examiner quelle eſt l'étendue du Méchaniſme ou des loix de Phyſique.



A PARIS, QUAY DES AUGUSTINS,
Chez CH. ANT. JOMBERT, Libraire du Roi pour l'Artillerie & le Génie, au coin de la rue Gille-Cœur, à l'Image Notre-Dame.

M. DCC. XLVIII.

PRIVILEGE DU ROY.

LOUIS, par la grace de Dieu, Roi de France & de Navarre : A nos amés & féaux Conseillers les gens tenant nos Cours de Parlement, Maîtres de Requêtes ordinaires de notre Hôtel, grand Conseil, Prevôt de Paris, Baillifs, Sénéchaux, leurs Lieutenans Civils, & autres nos Justiciers qu'il apartiendra, Salut.

Notre Académie Royale des Sciences nous a très-humblement fait exposer, que depuis qu'il nous a plû lui donner par un Reglement nouveau de nouvelles marques de notre affection, elle s'est apliquée avec plus de soin à cultiver les Sciences qui sont l'objet de ses exercices ; en sorte qu'outre les Ouvrages qu'elle a déja donnés au Public, elle seroit en état d'en produire encore d'autres, s'il nous plaisoit lui accorder de nouvelles Lettres de Privileges, attendu que celles que Nous lui avons accordées en date du sixiéme Avril 1699, n'ayant point eu de tems limité, ont été déclarées nulles par un Arrêt de notre Conseil d'Etat du treiziéme Août 1713. celles de 1704, & celles de 1717. étant aussi expirées. Et désirant donner à notredite Académie en Corps & en particulier, & à chacun de ceux qui la composent, toutes les facilités & les moyens qui peuvent contribuer à rendre leurs travaux utiles au Public : Nous avons permis & permettons par ces Présentes à notredite Académie de faire imprimer, vendre ou débiter dans tous les Lieux de notre obéïssance, par tel Imprimeur ou Libraire qu'elle voudra choisir, en telle forme, marge, caractere, & autant de fois que bon leur semblera, toutes les recherches ou Observations journalieres, & Relations annuelles de tout ce qui aura été fait dans notre Académie Royale des Sciences ; comme aussi les Ouvrages, Mémoires ou Traités de chacun des Particuliers qui la composent, & généralement tout ce que notredite Académie jugera à propos de faire paroître, après avoir fait examiner lesdits Ouvrages, & jugé qu'ils sont dignes de l'Impression. Et ce pendant le tems & espace de six années consécutives, à compter du jour de la date desdites Présentes. Faisons défenses à toutes sortes de Personnes de quelque qualité & condition qu'elles soient d'en introduire d'impressions étrangeres dans aucun lieu de notre obéïssance, comme aussi à tous Imprimeurs, Libraires, & autres, d'imprimer, faire imprimer, vendre, faire vendre, débiter, ni contrefaire lesd. Ouvrages ci-dessus spécifiés,

en tout ni en partie, ni d'en faire aucuns Extraits, sous quelque prétexte que ce soit d'augmentation ou correction, changement de titre, même en feuillets séparés, ou autrement sans la permission expresse & par écrit de notre Académie, ou de ceux qui auront droit d'elle, ou ses ayans causes; à peine de confiscation des Exemplaires contrefaits, de dix mille livres d'amende contre chacun des contrevenans, dont un tiers à Nous, un tiers à l'Hôtel-Dieu de Paris, l'autre tiers au dénonciateur, & de tous dépens, dommages & interêts; à la charge que ces Présentes seront enrégistrées tout au long sur le Registre de la Communauté des Imprimeurs & Libraires de Paris dans trois mois de la date d'icelles; que l'impression desdits Ouvrages sera faite dans notre Royaume & non ailleurs, & que notre Académie se conformera en tout aux Réglemens de la Librairie, & notamment à celui du 10. Avril 1723. & qu'avant de les exposer en vente les Manuscrits ou Imprimés qui auront servi de copie à l'impression desd. Ouvrages, seront remis dans le même état avec les approbations & certificats ès mains de notre très-cher & féal Chevalier Garde des Sceaux de France le sieur Chauvelin, & qu'il en sera ensuite remis deux exemplaires de chacun dans notre Bibliothéque Publique, un dans celle de notre Château du Louvre, & un dans celle de notre très-cher & féal Chevalier Garde des Sceaux de France le sieur Chauvelin; le tout à peine de nullité des Présentes: du contenu desquelles Nous mandons & enjoignons faire joüir notred. Académie, ou ceux qui auront droit d'elle ou ses ayans causes, pleinement & paisiblement sans souffrir qu'il leur soit fait aucun trouble ou empêchement. Voulons que la copie desd. Présentes qui sera imprimée tout au long au commencement ou à la fin desd. Ouvrages, soit tenuë pour dûëment signifiée, & qu'aux copies collationnées, par l'un de nos amés & féaux Conseillers & Sécrétaires, foi soit ajoûtée comme à l'original. Commandons au premier notre Huissier ou Sergent de faire pour l'exécution d'icelles, tous actes requis & nécessaires. Car tel est notre plaisir.

Donné à Paris le 21. jour de Janvier l'an de grace mil sept cens trente quatre, & de notre régne le dix-neuviéme. Par le Roi en son Conseil.

SAINSON.

Contrôlé.



PRÉFACE.

DEPUIS que j'eus le bonheur il y a environ deux ans de posseder à la campagne mes trois amis Ariste, Théodore & Eugene, à qui je dois les Entretiens suivans, il ne m'a pas été possible de les rassembler, & je n'ai même pû recevoir des nouvelles que d'Eugene. Les deux autres ont entrepris differens voyages qui ont interrompu un commerce que je ne pouvois pas manquer de cultiver avec soin. C'est ce qui m'oblige de soumettre au jugement de l'ACADEMIE la Piéce que j'avois déja eu l'honneur de lui présenter en 1731 ; & j'y joins seulement cette Préface, qui en contiendra une espéce d'extrait, avec la confirmation de divers Articles. * Si j'avois pû avoir le consentement de Théodore, j'eusse retranché, ou au moins abrégé différentes choses du premier Entretien, qui tendent à prouver que les attractions de M. Newton bien loin d'être contraires à la Philosophie de M. Descartes, en sont plûtôt le suplément & la perfection ; en ce qu'elles peuvent apartenir aussi-bien au

* Laissant à part la fiction dont l'Auteur étoit obligé de se servir pour ne pas se faire connoître, on sçaura qu'il lui étoit bien permis de faire valoir le droit qu'il pouvoit avoir au Prix, mais qu'il ne pouvoit s'en acquerir de nouveau, parce que l'Académie lui avoit fait l'honneur de le compter au nombre de ses Membres vers la fin de 1731.

Méchanisme que les loix du mouvement avec lesquelles elles n'ont rien d'incompatible,& dont au contraire elles occasionnent souvent l'exercice. Toutes ces diverses loix ne peuvent en effet que se compliquer entr'elles ; les unes ne sont point une infraction aux autres. L'absence de Théodore m'a empêché de rien changer : mais au reste, plus j'ai examiné le fond des trois Entretiens, plus je me suis confirmé dans la pensée où j'étois, qu'il n'est pas possible d'expliquer autrement l'obliquité du cours des Planetes. Il m'est permis de parler de la sorte, & mes trois amis le pourroient faire aussi ; puisqu'ils n'ont rien avancé & que je n'ai aussi rien écrit, que sur la foi des démonstrations, & qu'après y avoir été comme forcé par le degré d'évidence, dont ces matières sont susceptibles. Mais ce n'est pas malheureusement assez pour qu'un ouvrage soit bon, qu'il ne contienne que des vérités démontrées, autant qu'elles puissent l'être ; il faut encore que ces vérités soient expliquées avec clarté, & qu'elles soient mises dans une certaine disposition qui leur est presque toujours nécessaire, pour fraper l'esprit des Lecteurs. Sur cela, je dois me charger sans difficulté de toute la faute, & déclarer que les trois Entretiens que je présente, ne peuvent pas manquer d'avoir perdu beaucoup de leur prix, en passant entre mes mains. Tout ce qui me rassure, c'est que si la vérité exposée avec peu d'adresse, tombe quelquefois dans l'obscurité ; ce n'est pas devant un Tribunal aussi éclairé que celui qui doit prononcer dans cette rencontre.

I.

J'ai dit que si j'avois cru le pouvoir faire pendant l'absence de Théodore, j'eusse abrégé l'endroit du premier Entretien, dans lequel il s'agit des attractions. Ce n'est pas que je ne croye que les raisonnemens de Théodore

ne soient assés fondés : Car il me paroît qu'il faut suivre nécessairement la voye qu'il indique, pour découvrir toutes les loix de la Nature. M. Descartes vouloit qu'on fermât les yeux, qu'on rentrât en soi-même, & qu'en éxaminant dans le silence des sens extérieurs les propriétés de la matiere ou de l'étenduë, on tâchât de deviner comment les choses ont été faites. Mais on ne peut point aprendre de cette sorte si l'ETRE SUPREME s'est contenté d'établir une seule loi, cette loi par exemple, que tous les corps doivent se mouvoir en ligne droite, ou s'il a jugé à propos d'en établir plusieurs, qui doivent se combiner avec celle-ci.

Ce n'est nullement ici le cas en effet où nous puissions en saisissant les choses dans leur origine, en juger *à priori*. Lorsqu'on suit la methode de M. Descartes, c'est comme si on vouloit se mettre à la place du Créateur, & se charger de la commission trop téméraire pour nous de chercher dans la région des possibles les dispositions qui étoient les plus convenables. Mais, en vérité, ne sent-on pas qu'une pareille entreprise est infiniment au-dessus de nos forces, & qu'elle demande une étenduë de lumieres que nous n'avons pas, & que nous ne pouvons avoir ? Il est certain que le Tout dont la Nature nous offre le spectacle, n'est pas moins marqué au coin de l'intelligence infinie qui l'a si sagement disposé, qu'il l'est au coin de la puissance sans borne qui l'a tiré du néant. M. Descartes, à qui d'ailleurs toutes les sciences ont tant d'obligations, le restaurateur ou plûtôt l'instituteur de la Physique, le Promoteur des Mathématiques, celui pour tout dire qui a perfectionné le plus dans ces derniers tems le grand art de penser, étoit presque tenté de croire qu'il ne lui manquoit que du pouvoir, pour se trouver en état de nous fournir un Monde comme le nôtre ; mais quelle présomption, & qu'il manquoit d'autres choses au grand Descartes comme à nous tous ! Reconnoissons donc que nous devons suivre

une route directement oposée à celle que nous prescrivoit ce Philosophe. Nous devons considerer l'Univers par parties, ou le décomposer, pour ainsi dire ; afin de diminuer les difficultés de l'examen, & de simplifier nos expériences. Nous réüssirons au moins de cette sorte à trouver des vérités d'induction, si nous ne sommes pas assez heureux pour remonter jusqu'aux vraies causes. Il faut pour tout cela faire usage de ses sens, il faut ouvrir les yeux, faire une grande attention aux phénomenes: & si l'on parvient à démontrer qu'il y en ait un seul qu'on ne puisse expliquer par les loix du mouvement, il faudra alors recourir nécessairement à quelque autre principe qui trouvera également sa force comme les autres dans la volonté de l'Ordonnateur ou de l'Instituteur de toutes choses.

Mais si cet article du premier Entretien ne laisse pas d'être exact, on peut le regarder d'un autre côté comme formant une digression un peu longue ; & nous sommes persuadés que Théodore, malgré son zéle pour la Philosophie Angloise en conviendroit maintenant ; d'autant plus que dans tout le reste on ne fait pas grand usage des attractions. On avoit néanmoins de bonnes raisons pour ne pas suprimer entierement cet endroit, suposé qu'on eut pris le parti d'y toucher. Tout le monde s'accordoit alors en France à tenir le même langage sur le chapitre de la Physique Cartésienne : On entendoit retentir par tout qu'il ne falloit que du mouvement & de l'etendue diversement configurée, pour produire cette admirable variété que nous voyons dans la Nature. Le Livre de M. de Maupertuis, qui a raport à cette matière & qui a pour titre, *Discours sur la figure des Astres*, ne parut qu'en 1733, plus d'un an & demi après qu'on eut présenté à l'Académie les trois Entretiens suivans, lesquels perdirent entre les mains des Juges & de M. de Maupertuis même une priorité de date qu'ils avoient. Il n'étoit donc pas hors de saison d'exposer une partie

des raifons qu'on avoit de foupçonner que les principes reçus comme uniques, n'étoient pas abfolument exclufifs. On vouloit au moins infinuer que c'étoit avec quelque forte de peine qu'on fe renfermoit dans des moyens d'explication qui, peut-être, n'étoient pas fuffifans. Maintenant que cet Ouvrage eft deftiné à fuivre le même fort que plufieurs autres qui lui font certainement fort fupérieurs, nous avons crû que nous lui donnerions quelque utilité, en faififfant l'occafion qu'il nous offre, de comparer un fyftême à l'autre, & d'aider les Lecteurs à faire un choix. C'eft ce qui nous a invité à ne rien retrancher dans cette feconde Edition : Nous avons au contraire ajoûté confiderablement ; tantôt en approfondiffant davantage la nature des attractions, tantôt en tâchant de mefurer la jufte étenduë du Méchanifme ordinaire. Mais nous avons mis le plus fouvent nos additions fous la fimple forme de remarques, afin de moins troubler nos trois Philofophes dans leur converfation.

Après cette expofition des différens principes de Phyfique, dont on pouvoit faire ufage & fur lefquels il étoit bon au moins de propofer fes doutes, on paffe à l'examen du fond de la queftion. On prouve d'abord contre le fentiment particulier de plufieurs Cartéfiens que les inclinaifons dont il s'agit ne font pas caufées par la matiere du tourbillon ou par le fluide qui fe trouve refferré entre les Planetes, lorfqu'elles paffent vis-à-vis les unes des autres, & qui les pouffe chacune de leur côté par l'effort qu'il fait pour s'étendre. Cette caufe, comme on le démontre, ne peut que faire varier un peu les inclinaifons, les faire tantôt augmenter & tantôt diminuer ; mais ne peut pas les avoir produites, ni les avoir portées au point où elles font.

L'obliquité des orbites ne peut pas venir non plus de la figure irréguliere de la Planete, qui, frapée obliquement fe détourne felon une certaine ligne. Supofé que la Planete, au lieu d'être exactement fphérique, foit

un ſphéroïde oblong ou aplati, & que ſa ſituation dépende abſolument du choc du fluïde, elle ne pourra en affecter une, que lorſque la direction de l'impulſion paſſera par ſon centre de gravité ou de maſſe. Ainſi elle préſentera naturellement au choc ou un de ſes poles ou ſon équateur; & il ne faudra nullement, comme quelques-uns l'ont fait, la comparer à un bateau qui eſt ſujet à quelque déviation dans ſa route. Le Navire n'embraſſe une direction oblique que parce qu'il eſt expoſé en même-tems à l'action de deux fluides dont les impulſions doivent ſe mettre en équilibre: Au lieu que s'il n'étoit livré qu'à la ſeule action d'un courant, il cederoit bien-tôt à la force exterieure qui agiroit contre lui; il iroit de compagnie avec toutes les parties du fluide qui l'environneroient, il en prendroit toute la viteſſe & il conſerveroit la derniere ſituation dans laquelle il ſe ſeroit trouvé. C'eſt auſſi ce qu'on infere ici à l'égard des mouvemens céleſtes, après avoir fait pluſieurs réfléxions ſur les divers changemens que peuvent recevoir leurs directions. On inſiſte principalement ſur la maniere de connoître ſi ces changemens ſont cauſés par un fluide trop reſſerré qui pouſſe en dehors, ou par les attractions qui tendent à tout raprocher. Ces diſcuſſions ſont de la plus grande importance pour l'Aſtronomie Phyſique & pour la Phyſique même; puiſqu'elles éclairent mieux que toutes les autres le Phyſicien qui n'a point encore pris de parti. On regarde enfin comme démontré que ſi les Planetes ſont entraînées par un fluïde, elles en ſuivent toûjours à très-peu près la direction, & que s'il étoit poſſible qu'elles s'en écartaſſent d'un côté ou d'autre, elles y ſeroient bien-tôt ſenſiblement ramenées, par le choc latéral auquel elles ſeroient expoſées.

II.

Tout cela ſemble confirmer le ſentiment qu'on tâche d'établir dans le ſecond Entretien. On peut, en ſuivant

l'Hypothese des Tourbillons du fameux Descartes, embrasser deux différentes opinions sur l'obliquité du cours des Planetes, & du mouvement des couches à peu près Sphériques, dont les tourbillons sont formés. Ou bien dans le commencement des choses, toutes les parties de chaque tourbillon circuloient exactement dans le même sens, & elles ont ensuite un peu changé de chemin : ou bien toutes les parties de matière, mûës par une premiere impression, suivoient d'abord une infinité de diverses routes ; mais après s'être choquées une infinité de fois, elles ont pris des directions moins obliques les unes par raport aux autres ; & si elles ne s'accordent pas encore à se mouvoir sensiblement dans le même sens, c'est parce qu'elles n'ont pas eu tout le tems de s'y assujettir. Les choses, selon ces deux opinions, partent de deux points bien différens, pour venir à l'état d'obliquité où nous les voyons ; elles partent ou du plus exact parallelisme ou de la plus grande diversité de directions.

Mais il me paroît que le premier sentiment n'est pas soutenable. Si toute la matière du tourbillon s'étoit mûë d'abord dans le même sens, rien ensuite ne l'auroit pû faire changer de chemin, & on verroit encore toutes les Planetes circuler aujourd'hui dans le plan de l'écliptique, & tourner toutes aussi sur leur propre centre éxactement dans le même sens. Il est vrai que lorsque les Planetes se trouveroient héliocentriquement en conjonction, il arriveroit quelque changement dans leurs cours par la réaction du fluide qui se trouveroit resserré entre deux : mais le changement ne seroit que passager, & seroit sujet à une alternative continuelle ; à peu près comme celui des 20 minutes qu'on observe dans la plus grande latitude de la Lune.

Nous devons ajoûter encore cette nouvelle considération, que si les Planetes pouvoient être détournées de leurs directions, le Soleil qui occupe le centre du tourbillon, devroit au moins toujours faire ses circulations

ſur ſon propre centre dans le même ſens ; & ce ſeroit auſſi la même choſe de chaque Planete conſidérée par raport au petit tourbillon qui l'envelope. Notre petit tourbillon, par exemple, doit circuler vers ſes extrêmités à peu près dans le ſens de l'écliptique, c'eſt ce que nous ſçavons par le mouvement de la Lune : au lieu que nous voyons que notre Terre fait ſes révolutions journalieres ſelon une direction qui différe de 23 deg. 28½ min. de l'écliptique. Or peut-on imaginer quelque cauſe, qui ait pû faire tourner la Terre ſur ſon centre dans un ſens ſi éloigné de celui que ſuit toute la matiere éthérée qui nous environne ? Supoſons même que la direction des couches ſupérieures de notre petit tourbillon ait été un peu changée par quelque agent extérieur ; ſupoſons qu'elle ait été alterée de cinq ou ſix degrés : la Terre devroit toujours faire ſes révolutions ſur ſon propre centre dans le même ſens, ou n'auroit tout au plus changé de directions, que de quelques degrés. En effet ſi une boule tourne ſur ſon centre, pendant qu'un fluide tourne autour d'elle préciſement dans le même ſens ; il eſt certain que ſi l'on cauſe quelque changement dans le cours du fluide, ce changement ne ſe communiquera qu'en partie à la boule & que la boule n'en recevra jamais de plus grand.

Ainſi bien loin de croire que toutes les parties de matiere, aient été mûës dans le commencement des choſes préciſément dans le même ſens, & qu'elles aient enſuite perdu cette conformité de directions ; nous devons aſſurer au contraire, & nous devons regarder cela comme démontré, que les parties d'éther ont été portées de differens côtés par la premiere impreſſion qu'elles ont reçûës ; & que ſi nous voyons que preſque toutes les Planetes ſuivent encore dans leur circulation annuelle autour du Soleil, & dans leur révolution particuliere ſur leur propre centre, des directions fort différentes, c'eſt par un reſte de cette confuſion ou de ce déſordre dans lequel étoit d'abord toute la matiere.

C'eſt

C'est aussi ce qui s'accorde parfaitement avec la Tradition des Egyptiens que Hérodote nous a conservée, que l'équateur de notre Terre étoit autrefois perpendiculaire à l'écliptique. Cependant, nous disons simplement que notre sentiment est comme démontré: Car outre que les choses de Physique ne sont pas susceptibles comme celles de Géometrie, de démonstrations rigoureuses, nous sommes encore très-persuadés qu'on ne doit rien avancer qu'avec beaucoup de reserve, lorsqu'on entreprend de pénétrer dans le secret de l'origine des choses. Nous voudrions bien ne pas tomber dans le défaut qu'on est si fort en droit de reprocher à M. Descartes. Mais enfin si les tourbillons n'ont point été formés de la maniere dont nous le disons: il est toûjours très-certain que tout est actuellement disposé, comme si la matiere avoit d'abord été mûë selon une infinité de divers sens. Les parties qui forment chaque couche sphérique, ont dû s'obliger aisément par le choc à suivre exactement le même chemin; c'est pourquoi toutes ces parties ont décrit presque dès le commencement, des cercles exactement paralleles. Mais il est évident que les couches n'ont pas pû assujettir de la même maniere leurs voisines à prendre la même direction: Car elles ne peuvent agir que très-peu les unes sur les autres; elles ne peuvent agir que par voye de friction, & que parce qu'il y a toujours entr'elles, malgré l'extrême fluidité de l'éther, quelque espéce d'engrainement. Ainsi, quoique le mouvement des unes influë toûjours un peu sur le mouvement des autres, & que leurs directions deviennent continuellement plus conformes, il n'est point étonnant que nous remarquions encore aujourd'hui une grande obliquité dans tous les mouvemens célestes.

Ce que nous disons ici se trouve confirmé, autant qu'il puisse l'être, par l'état où nous voyons les choses. Il est certain que la grandeur de l'action des couches d'un tourbillon les unes sur les autres, dépend du plus

ou du moins de vitesse de ces couches ; & aussi sçavons-nous qu'il y a une plus grande conformité de directions, dans tous les tourbillons particuliers où il y a plus de mouvement. Nous pouvons juger, par exemple, par la grande vitesse avec laquelle tourne Jupiter sur son centre, & par la promptitude de la circulation de ses satellites, que les couches sphériques dont le tourbillon particulier qui environne cette Planete, est formé, ont dû agir avec une grande force les unes sur les autres, & mettre une prompte conformité entre leurs directions. C'est ce qui est cause qu'il se trouve moins d'obliquité dans Jupiter que dans toutes les autres Planetes, entre l'équateur selon lequel se font les révolutions journalieres, & l'Orbite selon laquelle se font les circulations annuelles autour du Soleil.

Si nous examinons maintenant le petit tourbillon particulier qui environne la Terre, & que nous fassions attention qu'il tourne avec beaucoup moins de vitesse, nous reconnoîtrons que l'action des couches les unes sur les autres, doit être beaucoup plus foible, & qu'elle a dû travailler par conséquent avec moins d'efficacité à détruire l'obliquité des directions. C'est ce qui s'accorde encore avec l'expérience : Car la Terre en tournant sur son propre centre, & les couches d'éther qui nous environnent, suivent des routes fort différentes. Enfin, si nous considerons que le tourbillon particulier de Vénus doit tourner avec une extrême lenteur, puisque Vénus qui n'est pas plus grosse que la Terre, employe cependant 23 ou 24 fois plus de temps à faire une révolution sur son centre, nous conclurrons que les couches sphériques dont ce tourbillon est formé, doivent agir encore beaucoup moins les unes sur les autres ; & aussi sçait-on par les Observations de M. Bianchini, que l'équateur de cette Planete fait encore un angle extrêmement grand, un angle d'environ 75 degrés, avec le plan de son Orbite.

Ce ſeroit un problême très-important à réſoudre pour l'Aſtronomie Phyſique Cartéſienne, mais qui eſt d'une diſcuſſion trop longue pour être traité avec la derniere exactitude dans une Préface; que de chercher par quels degrés les directions des couches dont un tourbillon eſt formé, doivent s'aprocher les unes des autres. Au lieu de conſidérer des ſurfaces ſphériques, nous nous contenterons d'éxaminer ici en paſſant des ſurfaces planes, que nous ſuppoſerons gliſſer de côté les unes ſur les autres; & nous chercherons les changemens qui doivent arriver à leurs directions par le frotement. Soient donc deux plans horiſontaux mis l'un ſur l'autre, & qui ſe touchent immédiatement dans tous leurs points, & que l'un ſe meuve ſelon la direction horiſontale A B, & de la quantité A B, pendant que l'autre ſe meut ſelon la direction horiſontale AC de la quantité AC égale à A B. (*figure* 1.)

Comme ces deux plans ne ſont pas cenſés ſe toucher par des ſurfaces parfaitement Mathématiques, ils ſeront ſujets à une friction réciproque & continuelle, & il eſt évident que le point A de l'un & le point A de l'autre, en ſe rencontrant en A, ſe heurteront avec la viteſſe reſpective BC; puiſque ces deux points s'éloignent l'un de l'autre de la quantité BC, pendant qu'ils parcourent les eſpaces AB & AC. En effet, les deux plans ont déja quelque conformité dans leurs mouvemens: ils s'accordent à avancer ſelon A D; & on peut dire qu'ils ne ſe meuvent point l'un par raport à l'autre ſelon cette détermination. Mais ce n'eſt pas la même choſe du mouvement latéral, de l'un ſelon D B, & de l'autre ſelon D C: Ces deux mouvemens ſont contraires, & il eſt clair que les points des deux plans doivent ſe heurter avec la viteſſe B C, ſomme des deux viteſſes latérales D B & D C. Or cet eſpéce de choc qui ſe fait ainſi entre les points des deux plans, doit faire diminuer leur viteſſe reſpective, & doit toujours la faire diminuer

d'une quantité proportionnelle, pourvû qu'il ne se fasse par le frotement aucun changement dans les petites inégalités des deux surfaces. C'est-à-dire donc, qu'après que la vitesse respective B C sera diminuée, par exemple, d'une dixiéme partie B*b* d'un côté, & d'une dixiéme partie C*c* de l'autre, la nouvelle vitesse respective b c qui sera plus petite, diminuera également dans un tems égal de deux de ses dixiémes parties. Ainsi on voit évidemment, que lorsque les directions A B & A C se changent continuellement en d'autres A*b* & A*c*, les détours successifs ne sont point égaux; mais qu'ils sont continuellement proportionnels à la vitesse respective. Il suit delà que les lignes D B, D*b*, &c. qu'on peut prendre pour les tangentes de la moitié des angles B A D de l'obliquité des directions, diminuent en progression Géométrique, ou diminuent en même raison que les Ordonnées de la ligne courbe, qu'on nomme logistique ou logarithmique.

Mais il n'a point encore été question jusques à présent de la vitesse absoluë avec laquelle les deux plans glissent l'un sur l'autre. Il me paroît que cette vitesse n'aporte aucune différence dans l'action particuliere de chaque point contre chaque point. Car que A B & A C soient deux fois plus grandes ou deux fois plus petites; la soutendante B C sera aussi deux fois plus grande ou deux fois plus petite, de même que les petits détours B*b* & C*c*; mais les angles B A *b* & C A *c* seront toujours les mêmes. Cependant l'action devient plus grande ou plus petite; mais c'est simplement parce qu'il y a dans un tems égal un plus grand ou un moindre nombre de points qui se heurtent ou qui se froissent: de sorte qu'eu égard à tout, les détours B*b* & C*c*, causés dans chaque instant par la friction totale, sont proportionnels aux produits des vitesses absoluës A B ou A C, par les tangentes D B de la moitié des angles B A D de l'obliquité des directions. Ainsi, si nous nommons *a* la

ligne constante A D, x la ligne variable D B, & dx ses diminutions momentanées B b, t les temps pendant lesquels se font les changemens de directions, & dt les parties infiniment petites de ces temps, nous aurons $x\sqrt{a^2+x^2}$ ($=$ BD $\times$ AD $=$ BD $\times\sqrt{\overline{AE}^2+\overline{DB}^2}$) pour le produit qui est continuellement proportionel à la petite diminution dx que reçoit sans cesse x; & nous pourrons faire cette analogie, la constante a ou plûtôt a^2 (afin d'observer l'Homogenéïté) est à dt, comme $x\sqrt{a^2+x^2}$ est à dx: ce qui donne $dt\times x\sqrt{a^2+x^2}=a^2dx$, & $dt=\frac{a^2dx}{x\sqrt{a^2+x^2}}$. Or cette équation différentielle appartient à l'Hyperbole équilatere comparée à son second axe, & si l'on veut pour la facilité des applications qu'on en voudra faire, la transformer en une équation logarithmique, on n'a qu'à prendre une nouvelle inconnue s, & supposer qu'elle est telle que $x=\frac{2\sqrt{2}\times a^2s}{2s^2-a^2}$, ou que $s=\sqrt{\frac{1}{2}}\times\frac{a^2+a\sqrt{a^2+x^2}}{x}$. On trouvera effectivement, en introduisant $\frac{2\sqrt{2a^2s}}{2s^2-a^2}$ à la place de x, & $\frac{4\sqrt{2a^2s^2ds}+2\sqrt{2a^4ds}}{\overline{2s^2-a^2}^2}$ à la place de dx, cette autre équation $dt=\frac{ads}{s}$; & on aura par conséquent $t=$ L s; ou si l'on rétablit x, on aura $t=$ L $\sqrt{\frac{1}{2}}\times\frac{a^2+a\sqrt{a^2+x^2}}{x}$, ou à cause de la nature des logarithmes, $t=$ L $\frac{a^2+a\sqrt{a^2+x^2}}{x}-\frac{1}{2}$ L 2.

Cette derniere équation qui nous aprend que les tems t que les directious A B & A C mettent à changer de situation, sont proportionnels aux logarithmes de $\frac{a^2+a\sqrt{a^2+x^2}}{x}$ moins une quantité constante b, nous indique en même tems une propriété fort simple & fort

remarquable. Car si du point A comme centre, & de l'intervalle AD, on décrit le demi-cercle LDM, & qu'après avoir prolongé BA jusqu'en M, on tire au point M une tangente MN au cercle, & qu'on la conduise jusqu'à la rencontre de BC prolongée en N, on aura MN pour la valeur de $\frac{a^2 + a\sqrt{a^2+x^2}}{x}$; puisque la ressemblance des triangles rectangles ADB & NMB, donne cette proportion, $BD = x : AD = a :: MB = MA + AB = a + \sqrt{a^2+x^2} : MN = \frac{a^2 + a\sqrt{a^2+x^2}}{x}$. Ainsi les temps t, qui sont proportionels aux logarithmes de $\frac{a^2 + a\sqrt{a^2+x^2}}{x}$ moins le logarithme constant b, sont aussi proportionels aux logarithmes de MN moins la moitié du logarithme de 2. Il est évident d'un autre côté que MN est la tangente du complement du quart de l'obliquité des directions AB, & AC; Car l'angle MAN est le complement de l'angle ANM, qui est la moitié de l'angle BNM, & ce dernier angle est égal à l'angle BAD de la demie obliquité. On voit donc qu'il n'y a qu'à prendre les log. tang. compl. du quart de l'obliquité des directions, & en retrancher la moitié du log. de 2, ou un nombre constant 1505150; & que les restes seront proportionnels aux tems t; & par conséqueut les différences de ces restes, ou les différences mêmes des log. tang. seront proportionnelles aux différences ou aux parties de tems, correspondantes.

Si l'on veut maintenant appliquer cette premiere ébauche de Théorie à quelque tourbillon particulier, comme par exemple, à celui de la Terre, on acquerra au moins quelque notion de la lenteur avec laquelle toutes les couches d'éther travaillent mutuellement à mettre de la conformité dans leurs directions. Si l'on considére les couches les plus éloignées de nous, & celles qui en sont les plus proches, on trouvera une obliquité d'environ

23 deg. 28½ min. & on pourra ſuppoſer que cette obliquité diminuë maintenant d'environ une minute par ſiécle. Or ſi l'on veut trouver après cela combien l'équateur de notre Terre auroit dû employer de tems, pour paſſer de l'état de perpendicularité qu'il avoit autrefois par raport à l'écliptique, ſelon les Egyptiens, à l'état où il eſt à préſent, nous n'avons qu'à faire cette analogie; la différence 3115. des log. tang. compl. des quarts de 23 deg. 29 min. & de 23 deg. 28 min. eſt à un ſiécle, comme la différence 6051225 des log. tang. compl. des quarts de 90 deg. & de 23 deg. 29 min. eſt à environ 1942 ſiécles ou à 194 mille ans; & telle ſeroit donc le tems écoulé depuis l'époque dont parle Hérodote. Mais comme cette durée eſt beaucoup trop longue, pour s'accorder avec ce que nous ſçavons d'ailleurs, on peut ſoupçonner que l'équateur n'a jamais été perpendiculaire, ni preſque perpendiculaire à l'écliptique : De ſorte que la Tradition des Egyptiens ne peut être vraye qu'en cela; que dans le commencement des choſes, l'angle que formoient ces deux cercles, étoit beaucoup plus grand.

On peut chercher de la même maniere combien il faut de tems pour que l'obliquité diminuë d'une certaine quantité, pour qu'elle ſe réduiſe, par exemple, à 20 degrés juſtes. Il n'y aura ſimplement qu'à faire cette analogie; 3115 eſt à un ſiécle, comme la différence 701500 des log. tang. compl. des quarts de 23 deg. 29. min. & de 20 deg. eſt à 225 ſiécles & un cinquiéme; de ſorte qu'il faut environ 22520 ans, pour que l'inclinaiſon de l'équateur par rapport à l'écliptique, ne ſe trouve plus que de 20 degr. On voit par la lenteur de la diminution qu'il faudroit une ſuite étonnante de ſiécles, pour faire diſparoître toute l'obliquité : mais en faiſant un peu plus d'attention à la nature du Problême, on s'aperçoit que l'obliquité ne doit jamais ſe détruire

entierement, & que les directions des couches ne peuvent devenir que sensiblement paralleles.

Si nous passons des tourbillons particuliers au grand tourbillon qui les renferme tous, & qui a le Soleil pour centre, nous pourrons faire aussi à peu près les mêmes remarques ; & si nous trouvons qu'il y a beaucoup plus de conformité entre ses directions, il nous sera facile de reconnoître que cela vient de la rapidité du mouvement, & de ce que les couches par leurs plus grandes actions se sont assujetties beaucoup plutôt à se mouvoir à peu près dans le même sens. On remarque encore des effets de cette action dans le progrès des nœuds, & peut-être aussi dans le changement d'inclinaison des Planetes. Enfin toutes les Parties s'acheminent sans cesse, mais avec lenteur, vers cet état d'uniformité, ou si l'on veut, de perfection, dans lequel tous les mouvemens s'accompliroient dans le même sens. L'écliptique même, ou la route que trace la Terre, ne doit joüir d'aucune exception particuliere ; & il est constant que comme elle est plus éloignée du chemin commun, elle doit être aussi plus exposée à l'action des couches d'éther, qui sont au-dessus & au-dessous. Ce n'est en effet que par un reste de Péripatétisme qu'on a pû s'imaginer que l'écliptique devoit être absolument immobile, pendant que les Orbites de toutes les Planetes changent continuellement de place. Par une prévention à peu près semblable, quelques Auteurs ont crû que si l'écliptique changeoit de situation, il devoit le faire sur les deux points des équinoxes : au lieu qu'on fait voir que ce doit être sur des points très-differens; sur des points situés vers le commencement de *Gemini* & d'*Arcitenens*.

Il nous reste à répondre à une objection tirée du mouvement des Cometes, qui paroissent s'éloigner souvent par l'obliquité de leurs cours, de la direction que doit avoir la matiere Celeste ; & nous sommes d'autant plus obligés

obligés de satisfaire à cette difficulté, qu'elle a été comme attachée * au sujet du Prix, par M. Cassini, un des plus illustres Membres de l'Académie des Sciences. Mais ce même Académicien a lui-même fourni la meilleure des réponses, en montrant & en prouvant que la grande obliquité, par raport à l'écliptique, qu'on observe dans l'Orbite des Cometes, n'est souvent qu'apparente, & qu'elle vient du mouvement de la Terre, qui doit même quelquefois nous faire paroître les Cometes rétrogrades, de même que les Planetes supérieures. C'est ce que nous avons aussi trouvé en rapellant au calcul un assez grand nombre d'Observations.

* Dans l'Assemblée publique d'après Pâques de 1730.

Il se peut faire outre cela que quelques Cometes, au lieu d'apartenir à notre tourbillon Solaire, apartiennent à quelques tourbillons voisins, & dans ce cas elles doivent suivre le cours de ces tourbillons, qui peut différer considérablement du cours du nôtre. Il n'y a pas lieu de croire que les tourbillons soient exactement sphériques; ils peuvent être fort applatis vers les poles: Car nous ne voyons rien qui puisse empêcher de leur apliquer la plus grande partie des remarques que fait M. de Maupertuis dans son ingénieux Discours sur la figure des Astres. Or si les tourbillons ont la forme d'une espéce de meule, par la grande force centrifuge qu'ils ont dans leur équateur; une Comete qui nous paroît à quelque distance de l'écliptique, peut fort bien n'être pas fort éloignée de nous, & circuler cependant dans un autre tourbillon. Elle peut être, ou une Planete principale, ou un Satellite d'une Planete principale; & être par conséquent sujette aux mêmes loix dans ce tourbillon que toutes nos Planetes dans le nôtre. Il me paroît qu'on ne peut rien répondre de plus en faveur de la cause Cartésienne: mais pour dire ingénument la vérité, nous ne connoissons aucune Comete qui confirme cette derniere partie de la réponse. Toutes celles qu'on a observées & dont on a déterminé exactement le mouvement, tournent constamment la

concavité de leur route vers le Soleil, & elles sont assujetties à la même gravitation vers cet Astre que les Planetes. Qu'il y ait un très-grand nombre de Cometes qui paroissent retrogrades quoi qu'elles soient effectivement directes, c'est ce qui est incontestable. Mais il suffit pour que l'objection ait toute sa force qu'une seule de ces Planetes vagabondes vienne traverser dans un sens tout oposé la Région des Planetes ordinaires. Nous ne disons ceci qu'en attendant que nous nous expliquions dans la suite d'une maniere plus précise. *

* Voyez les Remarques à la fin du premier Entretien, num. (7)

III.

Nous voici enfin parvenus au troisiéme Entretien, dont il ne nous reste plus qu'à faire un court extrait. Cet Entretien est destiné à l'explication de différentes choses particulieres & détachées. Il s'agit d'abord de la précession des équinoxes qu'on veut ici attribuer à l'action des couches les uns sur les autres de notre petit tourbillon; action qui se transmet à la fin jusqu'à notre globe. On montre à cette occasion que la Terre en tournant autour du Soleil de même que les autres Planetes, tend par elle-même à conserver un exact parallelisme dans la situation de son axe & de son équateur : De sorte qu'on prétend que ces especes de vis * qu'a imaginé M. Descartes, pour donner aux Planetes une situation constante, sont absolument inutiles. Ce n'est pas de l'immobilité dont il est difficile d'assigner la cause ; il falloit plutôt chercher celle du mouvement, lorsqu'il y en a. La Lune nous presente toûjours la même face, en faisant sa révolution pendant un mois. C'est ce Phénomène & les autres qui y ont raport qui demandent de bonnes explications.

* La matiere canelée.

Ce qu'on dit à ce sujet, peut recevoir un nouveau degré de confirmation par quelques expériences très-simples. Si l'on prend une assiéte parfaitement ronde,

& qui ne soit point godronnée, & qu'après l'avoir renversée, on la soûtienne sur la pointe d'une aiguille, on pourra en la portant ainsi, se promener dans la chambre, faire plusieurs tours, aller & revenir; & on verra avec quelque espéce d'étonnement que l'assiete malgré tous ces mouvemens, aura conservé sa premiere situation; ce qu'on reconnoîtra à quelque marque qu'on aura faite. Pour rendre l'expérience encore plus conforme à ce qui se passe dans le Ciel, on n'a qu'à faire floter dans un vase rempli d'eau, un corps parfaitement rond, comme une boule de bois dont on aura poli la surface; & il sera facile de remarquer, lorsqu'on transportera le vase, que la boule affecte toujours la même situation, & qu'elle ne reçoit qu'avec difficulté les mouvemens irréguliers du vase, par l'entremise de l'eau. Or tout cela fait toucher au doigt cette vérité importante, & cependant méconnuë des Cartésiens, que notre transport continuel autour du Soleil, ne doit point empêcher la Terre de conserver exactement le parallelisme de son axe. Ainsi c'est l'éther qui nous environne, qui peut seul produire le leger changement de situations que nous observons: Mais comme l'éther est incomparablement plus fluide que l'eau du vase dont nous venons de parler, les mouvemens de ses couches n'influent presque point les uns sur les autres; & c'est ce qui fait que la situation ne change gueres.

On insiste aussi sur la dépendance sécrete qu'il y a entre la précession des équinoxes & le retardement des nœuds de la Lune; & on explique les changemens que reçoit l'inclinaison de cette petite Planete. Mais nous nous contenterons de rendre compte de la remarque qui finit cet Entretien, parce qu'elle nous paroît mériter une attention particuliere. Eugene, après avoir parlé des latitudes de la Lune, entreprend de marquer les effets que doivent produire les changemens de latitude sur la vitesse de ce Satellite de la Terre. Il présume qu'outre les

augmentations de vitesse qu'on remarque proche des Syzygies, & que Tycho a observé le premier, on doit trouver encore une grande augmentation, lorsque la Planete a peu de latitude; parce qu'elle passe alors dans l'endroit de notre tourbillon le plus étroit, & où elle doit recevoir le plus de mouvement de la matiere éthe-rée qui la transporte autour de la Terre.

Cette remarque est si conforme aux principes de la plus sure Méchanique appliquée à l'hypothése des tourbillons, que nous ne pouvons pas la regarder comme une pensée absolument hazardée : Mais ce qui nous persuade encore plus qu'elle ne doit point être méprisée des Astronomes, c'est qu'en r'éxaminant depuis le même sujet, nous avons eu le plaisir de voir qu'il se passe quelque chose de semblable dans les conjonctions des Planetes principales, qui doivent toujours agir un peu les unes sur les autres par leur rencontre, & qui ne le font cependant d'une maniere sensible, que lorsqu'elles se trouvent en conjonction proche de leurs nœuds mutuels, ou proche de l'intersection réciproque de leurs Orbites. Qu'on rejette ou qu'on admette l'explication, le fait demande à être vérifié : Nous ne sçaurions trop recevoir de ces sortes d'avis dont l'éclaircissement ne peut produire qu'une plus grande lumiere.

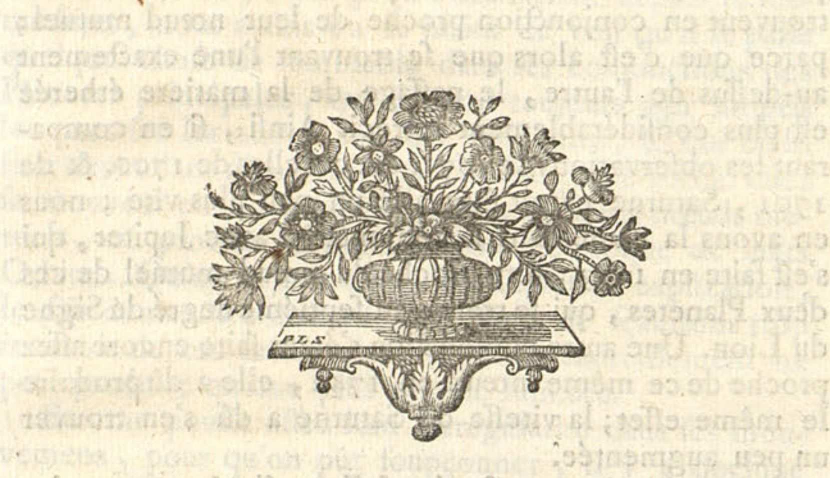
Saturne pousse assez loin l'irrégularité dans ses mouvemens, pour qu'on pût soupçonner, il y a quelque temps qu'il avoit perdu de sa vitesse par la suite de ses révolutions. C'est ce qui résultoit, ce semble, des observations faites vers le milieu du dernier siécle par le Pere Riccioli & par Hévélius, depuis 1642. jusqu'en 1671. Le mouvement de cette Planete a ensuite augmenté jusqu'au commencement de ce siécle, après lequel il a diminué de rechef. Ce changement a paru ne suivre aucune régle, & ne peut point être attribué aux conjonctions en général, lesquelles ont lieu dans toutes les révolutions : Mais trouveroit-on la vraye cause de l'irrégu-

larité dont il s'agit, en distinguant entre les conjonctions, celles qui se font proche des nœuds mutuels? Toutes les fois que des Planetes, telles que Jupiter & Saturne, qui sont environnées de tourbillons particuliers fort étendus, passent vis-à-vis les uns des autres, elles rétrecissent le passage de la matiere étherée du grand tourbillon qui les transporte autour du Soleil, & cette matiere qui ne peut pas manquer de se mouvoir avec plus de vitesse, doit en communiquer aux Planetes, qui se trouveront ensuite pendant long-temps un peu plus avancées.

Il faut remarquer que cet effet, supposé qu'il dépende de la cause qu'on lui assigne, ne doit devenir assez grand pour être sensible, que lorsque les deux Planetes se trouvent en conjonction proche de leur nœud mutuel; parce que c'est alors que se trouvant l'une exactement au-dessus de l'autre, le passage de la matiere étherée est plus considérablement rétreci. Ainsi, si en comparant les observations de 1671. avec celles de 1700. & de 1701, Saturne paroît être allé un peu plus vîte; nous en avons la cause dans sa conjonction avec Jupiter, qui s'est faite en 1683, fort proche du nœud mutuel de ces deux Planetes, qui se trouve au septiéme degré du Signe du Lion. Une autre conjonctiou s'étant faite encore assez proche de ce même nœud en 1742, elle a dû produire le même effet; la vitesse de Saturne a dû s'en trouver un peu augmentée.

Ces explications au surplus fussent-elles beaucoup plus plausibles, n'en excluent pas d'autres d'un genre tout différent. Il faudroit avoir un plus grand nombre d'Observations sur le changement de vitesse de Saturne, il faudroit mieux connoître la marche de cette variation, pour sçavoir si elle est favorable à un systême ou si elle n'y est pas contraire. Tant qu'on ignore la loi que suit un effet, on ne peut remonter que difficilement jusqu'à sa cause; & si cet effet se prête également à toutes les hypothéses, il ne met nullement le Physicien en état de

ſe décider. C'eſt un motif qui nous invite à conſulter encore mieux le Ciel, en l'obſervant avec plus de ſoins, & des regards plus attentifs. Enfin, quoique nous n'ayons affirmé que les ſeules choſes que nous avons crû démontrées & que nous n'ayons parlé des autres que d'une maniere douteuſe, nous attendrons néanmoins que l'ACADEMIE ROYALE DES SCIENCES ait prononcé, pour ſçavoir ce que nous devons penſer nous mêmes de tout ce que nous venons de ſoumettre à ſon Jugement.





ENTRETIENS
SUR LA CAUSE
DE L'INCLINAISON
DES ORBITES DES PLANETES.

PREMIER ENTRETIEN.

Après avoir fait une digreſſion ſur la nature des attractions, on montre qu'elles ne ſont pas propres à réſoudre la Queſtion propoſée par l'Académie, & on fait voir que les explications qu'en ont donné quelques Cartéſiens, ne ſont pas plus ſuffiſantes. On prouve enſuite que l'hypotheſe des tourbillons étant admiſe, les Planetes ſe meuvent autour du Soleil préciſément dans le même ſens que le Fluide qui les entraîne.



IL y avoit déja quelques jours que Théodore, Ariſte & Eugene étoient chez moi à la campagne où ils ſe délaſſoient des embarras de la Ville, lorſque nous aprîmes par une Lettre de Paris que l'Académie Royale des Sciences propoſoit pour ſujet du Prix qu'elle

doit diſtribuer en 1732 *, d'expliquer pourquoi les Planetes ne ſe meuvent pas préciſément dans le même ſens, en faiſant leur révolution autour du Soleil. Nous joüiſſions d'un grand loiſir; nous n'avions rien de mieux à faire; & comme je ſçavois que mes trois amis s'entretenoient volontiers des choſes de Phyſique, je ne laiſſai point échaper cette occaſion de les jetter ſur une matiere qui me fait à moi-même beaucoup de plaiſir, quoique je ne la poſſéde que bien peu. Théodore, par la lecture des Ouvrages de Képler & de ceux de Newton, ce grand Géometre dont la mémoire vivra toujours, eſt devenu Partiſan zélé des attractions: Il admire ſans ceſſe cette heureuſe convenance qui fait qu'il ſuffit de les ſupoſer, pour pouvoir expliquer ſans peine les Phénomenes les plus difficiles. Ariſte & Eugene ſont Cartéſiens; le premier l'eſt rigoureuſement; mais le ſecond plus libre dans ſes ſentimens, s'éloigne ſouvent de ceux de Deſcartes. Il prétend ſeulement avec ce Philoſophe que rien ne s'éxecute dans l'Univers matériel que par la configuration des corps, & que par leur mouvement. Au reſte, je pourrois ajoûter que ces trois Meſſieurs ſont d'une parfaite probité; & que s'ils cultivent l'homme Sçavant, ils cultivent encore beaucoup plus l'homme Moral.

* On écrivoit ceci vers le commencement de 1731. La fin des trois Entretiens avoit pour datte le 12. Juillet de la même année.

Je leur demandai, ſi ce ſeroit un Sectateur de Deſcartes ou de Newton, qui réſoudroit la queſtion propoſée par l'Académie. Un des Cartéſiens, je ne me ſouviens pas lequel, répondit que l'Académie s'étoit déja aſſez expliquée ſur les attractions; & que quoiqu'elle ſentît parfaitement toute la beauté de la Philoſophie que déſormais on peut appeller Angloiſe, elle ne reconnoiſſoit cependant dans la Phyſique que les ſeules cauſes Méchaniques. Il n'en fallut pas davantage pour exciter tout le zéle de Théodore, qui trouva extraordinaire que les Cartéſiens, après avoir éprouvé une infinité de fois l'inſuffiſance ou l'infécondité de leurs principes, refuſaſſent

faſſent encore d'admettre les attractions, & de les regarder comme une loi de la Nature. Vous ne faites pas attention, dit-il, que ce n'eſt pas renoncer au méchaniſme que d'avoir recours à un nouveau principe, lorſqu'il le faut abſolument; c'eſt reconnoître ſeulement que le Méchaniſme contient plus de différentes loix qu'on ne l'a crû juſqu'ici. Or, vos tourbillons ne s'accordent point avec les différentes circonſtances du mouvement des Aſtres: Vous n'avez rien dit de plauſible ſur la peſanteur des Graves; vous ne réüſſiſſez pas mieux à expliquer certaines propriétés de la lumiere; vous ne.... Rien ne prouve mieux qu'outre les régles ordinaires de la Méchanique, il y en a quelqu'autre dans la Nature que vous ne connoiſſez pas, & qui fait cependant partie du Méchaniſme.

Les deux Cartéſiens vouloient interrompre notre Partiſan des attractions; mais ce dernier continua. Je vois bien, ajoûta-t-il, que vous voulez m'objecter que c'eſt revenir aux vertus ou facultés occultes qui ont regné ſi long-tems dans l'Ecole, & qu'on en a enfin proſcrites. Mais remarquez que chaque faculté ou chaque vertu n'étoit imaginée que pour rendre raiſon d'un effet particulier, & qu'outre cela on la regardoit comme une eſpéce de ſubſtance qui exiſtoit indépendamment & à part de la choſe qu'elle affectoit. Mais les attractions telles qu'elles ſont ſupoſées par les Anglois, ou telles qu'elles doivent l'être, ne ſont pas faites pour n'expliquer qu'un ſeul Phénomene: leur uſage eſt preſque auſſi étendu que celui du mouvement. C'eſt déja beaucoup qu'on puiſſe dévoiler par leur moyen la cauſe de toutes les particularités qu'on obſerve dans le mouvement des corps céleſtes; juſques à rendre raiſon des moindres inégalités & les ſoumettre à un calcul exact. Mais ce n'eſt pas là tout ce qui nous parle en faveur de la gravitation univerſelle: elle nous fournit l'explication du flux & du reflux de la Mer dont il eſt ſi difficile d'aſſigner la cauſe

par toute autre voye ; elle nous sert encore à expliquer la reflexion & la refraction de la lumiere qui ne renferment pas de moindres difficultés. Nous pouvons d'ailleurs, poursuivit Theodore en regardant Eugene, assurer que nos explications ne sont pas fondées sur un principe purement hypothétique, comme le sont tant d'autres qu'on se contente de rendre ingenieuses, & dans lesquelles on ne considére les faits qu'en gros, en fermant les yeux sur la plûpart de leurs circonstances. Nos explications se soutiennent jusques dans les derniers détails; le principe satisfait à tout, & on peut prévoir à coup sûr en l'admettant, une infinité de phénomenes particuliers que l'expérience ou l'observation ne manque jamais ensuite de confirmer. Peut-être même y a-t-il encore plusieurs effets qu'on ne rapporte pas ordinairement à l'attraction, lesquels néanmoins en dépendent.

M. Newton a crû découvrir que dans les très-petites distances, l'attraction ne suivoit pas exactement la raison inverse du quarré des distances; qu'elle suivoit une raison qui croissoit par de plus grands degrés, lorsque la proximité augmentoit. Cette modificarion faite au principe le rend propre à expliquer les sécrétions animales, l'introduction des sucs & leur circulation dans les Plantes, la dureté & l'élasticité des corps, leur molesse, leur cohésion, les prodiges étonnans des opérations chimiques: c'est ce que quelques Newtoniens ont fait voir avec assez de succès. Il est vrai qu'on leur a reproché qu'ils créoient au besoin de nouvelles loix; au lieu de s'attacher inviolablement à celle qui leur avoit été indiquée par les Phénomenes les plus simples de la chûte des Graves & du mouvement régulier des Planetes. Mais de même que les grains de matiere qui entrent dans la composition des corps n'ont pas tous originairement la même figure, & qu'ils doivent se réduire à un nombre déterminé d'especes primordiales, puisque nous voyons, par exemple, que le nombre des métaux est invariable, on est tout

auſſi autoriſé à penſer que les plus petites molécules ne ſont pas toutes doüées préciſément de la même force, & que l'action dont elles ſont capables ne diminue pas dans toutes ſelon le raport inverſe des quarrés des diſtances. Quelques unes de ces parties agiſſent ſelon la raiſon inverſe des cubes, quelques autres n'agiſſent point du tout, elles n'ont que de l'inertie en partage ; & peut-être qu'il y en a quelques-unes qui n'ont pas même d'inertie, & qui ſont préciſément dans l'état ſimple où elles furent créées. Elles ſont abſolument indifférentes au mouvement ou au repos ; elles cédent ſans réſiſtance aux plus petits efforts, qu'elles peuvent néanmoins tranſmettre en certains cas : mais ſujettes à être tranſportées, elles ne ſe meuvent jamais qu'autant qu'elles ſont actuellement pouſſées, & elles s'arrêtent auſſi-tôt que la cauſe extérieure qui les preſſoit ceſſe d'agir ; parce qu'elles n'ont, pour ainſi dire, jamais de mouvement intrinſéque ou acquis.

On ne doit pas, je le repéte, ajoûta Theodore, faire plus de difficulté d'admettre toutes ces différences que vous n'en faites de recourir à l'inſtitution de parties primordiales ou d'élemens qui conſervent conſtamment la même figure, pour conſtituer certains corps. L'infraction que vous faites au pur Méchaniſme eſt encore bien plus grande, lorſque vous recourez, comme cela eſt abſolument néceſſaire à la préformation des germes, pour expliquer la production des Plantes, & la génération des animaux. Vous ne retirerez pas moins d'avantage des parties hétérogenes ou diverſement affectées que je vous propoſe ; leur mêlange fera varier infiniment les effets : Si dans la conſtitution d'un mixte, certaines parties dominent, la loi que ſuit leur action dominera auſſi *. Ainſi, vous aurez dans cette diverſité de molécules une reſſource utile pour remedier à la trop grande limitation de la Phyſique Cartéſienne.

* Voyez les Remarques, num. (2)

Ariſte, principalement ne pouvoit goûter les propo-

ſitions trop hazardées de Théodore. Il me paroît, lui dit-il, qu'en introduiſant cette multitude de loix, vous faites perdre au Méchaniſme toute ſa ſimplicité & toute ſa beauté. Vous renoncez à l'avantagequi eſt toujours ſi propre à nous marquer l'habileté de l'Ouvrier, de faire joüer une grande machine par un petit nombre de reſſorts. N'eſt-il pas de la dignité de la Nature, que peu de cauſes produiſent une infinité de différens effets? Je ne ſçai même ſi vous n'inſinuez pas par votre conduite, quoique ſans doute contre votre intention, que l'Auteur de toutes choſes n'a pû trouver de moyens plus ſimples pour achever ſon ouvrage, & qu'il a été réduit à employer tous ces expédiens, faute d'autre dénoüement plus ſimple.

Il faut diſtinguer, reprit Théodore, deux choſes bien différentes dans l'aſſemblage des loix ou des principes qui conſtituent le Méchaniſme : Il faut remarquer d'abord l'infaillibilité ou la promptitude qui vient de dehors & avec laquelle s'execute chaque loi de Phyſique ; il faut conſidérer en ſecond lieu l'étendue de la loi, les differentes circonſtances dans leſquelles elle peut s'exercer. Il ne manque rien à l'infaillibilité ou à la promptitude, la puiſſance de l'Inſtituteur ne le permet pas ; la loi doit avoir tout ſon effet dans tous les cas auxquels elle s'étend, & ſon exécution ne peut ſouffrir aucun délai : Mais c'eſt toute autre choſe de la fécondité ou de la multitude de ſes divers uſages. Chaque loi eſt limitée à cet égard ; ſa limitation vient de ſa nature ou de ſon propre fond, il eſt de ſon eſſence d'être bornée ; la loi ne peut avoir d'exercice que dans les ſeules circonſtances pour leſquelles elle a été inſtituée ; & il eſt auſſi abſurde d'en exiger davantage lorſqu'elle a une fois été établie, que de vouloir conduire d'un point à un autre une ligne plus courte que la ligne droite. Nous ne devons donc pas craindre d'avancer, malgré le voile de religion dont ſe couvrent les Cartéſiens, pourvû d'ailleurs que nous en ayons de bonnes preuves, que les moyens qu'ils propoſent

ſont trop ſimples, non-ſeulemeut pour produire un ouvrage auſſi compoſé que l'Univers, mais même pour le conſerver,ou pour procurer cette viciſſitude de ſituations qui en changent continuellement le ſpectacle. C'eſt la faute de ces Philoſophes s'ils ſe chargent de faire les choſes à trop peu de frais, ou s'ils n'employent pas aſſez de reſſorts ou de principes. Ne devroient-ils pas penſer que la ſimplicité des moyens portée trop loin, ne peut pas manquer d'être ſtérile ?

Mais qu'on joigne aux loix ordinaires du mouvement, le principe de la gravitation univerſelle, chaque partie de matiere ſera enſuite diſtinguée non-ſeulement par ſa figure & par le mouvement qu'elle aura déja acquis ; elle le ſera encore par le degré de force avec lequel elle tendra à s'aprocher de tous les corps vers leſquels elle péſe ou *gravite*. Les grains de matiere qui n'ont que du mouvement vont inutilement en fraper d'autres ; & plus ils ont de viteſſe, plus ils ſont propres à cauſer de dérangement. Auſſi-tôt au contraire que chaque molécule ſe trouve ſollicitée par une force toûjours agiſſante, quoique foible, qui la dirige & qui la fait chercher, pour ainſi dire, les autres parties auxquelles elle doit s'attacher, l'accroiſſement & le développement ne peuvent plus être regardés comme une production du hazard ou de la rencontre fortuite des corpuſcules. Les anciennes parties contribuent à l'introduction des nouvelles ; & d'autres peuvent encore venir ſe joindre & trouveront entrée, pourvû qu'elles ayent du rapport avec les premieres & que leur action réciproque ſoit propre à les faire s'arranger. Dès lors on commence à découvrir comment un corps organiſé peut devenir plus grand & conſerver toujours à peu près ſa forme, ſans rien perdre de ſon organiſation. Comment une certaine quantité d'eau, de feuilles & de fruits, introduite dans l'eſtomac d'un Elephant, peut par le dévelopement de ſes parties & par l'ébranlement qu'elles ſe communiquent en ſe

rencontrant avec force, contribuer ou suffire au renouvellement, pour ainsi dire, de tout l'animal, & soutenir dans le même degré sa chaleur interieure pendant 20 ou 30 ans; quoique les alimens dont l'Elephant se nourrit, n'en eussent aucune de sensible.

Les grands amas de corpuscules, comme ceux qui composent le Soleil ou la Terre, doivent être capables d'autres effets: ils agiront avec force dans l'éloignement; leur action dépendra de leur grande masse, & d'autres circonstances, comme du genre des parties élémentaires dont ils seront formés*. Si nous entreprenions d'exprimer leur force, nous ne pourrions pas le faire d'une maniere concise, à cause de la multitude & de l'hétérogénéïté de ces mêmes parties qui sont chacune capable d'une action distincte & qui reconnoissent peut-être des loix différentes. Mais la Nature n'est point arrêtée par le peu d'élégance de nos formules ou de nos expressions algébriques; & ses opérations n'en sont ni moins promptes ni moins infaillibles. Il suffit enfin de déclarer que la force *attirante* ou *mouvante* dont nous parlons n'est autre chose que la volonté même de l'Auteur de la Nature, pour prévenir l'erreur où l'on pourroit tomber de confondre les attractions avec les qualités péripatéciennes. J'ajouterai encore que l'obscurité qu'on croit y voir n'est qu'apparente, & qu'elle vient presque toujours de ce qu'on veut les expliquer par les loix du mouvement. L'entreprise n'est pas plus légitime que si l'on prétendoit déduire les loix du mouvement de celles des attractions. Les loix de la Nature sont paralleles: Ce sont des sources qui mêlent souvent leurs eaux; mais qui sont elles mêmes séparées, & au-delà desquelles on ne doit point aller en Physique; de même qu'en Géometrie, on ne remonte point au-delà des axiomes, & qu'on ne les explique point les uns par les autres.

* Voyez les Remarques, num. (2)

Au surplus, continua Théodore, les loix du mouvement ne sont-elles pas elles-mêmes aussi sujettes à quel-

que difficulté, lorſqu'on les conſidére d'une certaine façon ? N'eſt-il pas ſurprenant, par exemple, qu'un corps pouſſé en même temps ſelon deux différentes directions, embraſſe toûjours ſur le champ, & avant qu'on s'en ſoit aperçû, la diagonale d'un certain parallelograme, ſans tenter jamais aucune autre voye, ni en changer pour venir enfin à cette diagonale ? Si je vous faiſois bien ſentir cette difficulté, & ſi nous l'examinions enſuite attentivement, vous verriez qu'elle tire ſon origine, de même que pluſieurs autres, de ce qu'il y a de Métaphyſique dans l'établiſſement des loix-mêmes du mouvement* ; ou pour m'expliquer en d'autres termes, qu'elle vient de ce qu'on veut mal-à-propos donner une explication Phyſique d'une choſe qui n'a point de cauſe corporelle, & qui ne s'execute que par l'efficacité que l'Etre ſuprême eſt Maître d'attacher aux loix qu'il établit. Il ſe trouve une pareille obſcurité dans les attractions ; mais on peut auſſi y faire la même réponſe : * Car ſi les corps s'attirent mutuellement, & s'ils s'attirent ſelon certaines regles, c'eſt parce que toute la Nature eſt obéïſſante aux loix que ſon Auteur lui impoſe ; & c'eſt auſſi par la même raiſon que les corps ſe communiquent du mouvement, lorſqu'ils ſe choquent.

* Voyez les Remarques, num. (1)

* Voyez les Rem. num. (2)

Théodore avança pluſieurs autres choſes, dont je ne puis pas aſſez me ſouvenir ; mais il nous dit enfin qu'il ſe taiſoit, & qu'il alloit nous écouter avec toute l'attention dont il étoit capable. Nous devons vous être trop obligés de cette grace, repartit Eugene, pour que nous ne nous hâtions pas d'en profiter. Vous ſupoſez toujours que les principes ordinaires de la Méchanique n'ont pas aſſez de fécondité pour pouvoir produire en ſe combinant de toutes les manieres, cette charmante variété que nous admirons dans l'Univers. Mais c'eſt ce que perſonne n'a encore prouvé, quoiqu'il fallût commencer par-là, pour ſe mettre en droit d'établir un nouveau principe : ſi l'on veut abſolument être Newtonien, qu'on le ſoit à bon

* Voyez les Remarques (4), (5) & suiv.

titre.* A-t-on examiné toutes les explications Cartésiennes, en a-t-on pésé exactement la valeur? Ce seroit là vous offrir une trop vaste carriere : mais faites-nous voir ici seulement, puisque l'occasion s'en présente, qu'il n'est pas possible avec les loix vulgaires du Méchanisme, d'expliquer la différente Inclinaison des Planetes. Cela bien démontré, nous commencerons à reconnoître que les régles ordinaires du mouvement ne suffisent pas, & qu'ainsi elles ne sont pas les seules de la Nature : Nous trouvant ensuite forcés d'en admettre quelques autres, il ne nous coutera rien pour vous faire plaisir, de donner la préférence aux attractions.*

* Voyez les Rem. num. (3)

Vous faites en vérité parfaitement bien vos conditions, répondit Théodore. Je ne doute pas qu'on ne puisse donner une explication complete de plusieurs Phénomenes, en ne supofant que les loix ordinaires du mouvement; de même qu'en n'employant que quelqu'une de ces dernieres loix, on vient à bout de rendre raison de certains effets. Chaque Phénomene a sa cause; elle ne dépend quelquefois que d'un seul principe, sans qu'on puisse rien en conclure contre les autres. Mais il suffit que nous trouvions un seul effet, un seul cas, qui ne soit pas explicable par le concours des loix connuës, pour que nous soyons en droit d'assurer que la Nature nous a fait un secret de quelques autres de ses régles, dont elle sçait se servir dans l'occasion. D'ailleurs les Cartésiens mitigés comme vous, Eugene, rendent aisément raison de chaque chose prise séparément; & cela parce qu'ils se permettent tant de différentes supositions, qu'à la fin les principes Cartésiens deviennent assez féconds, pour produire seuls l'effet qu'on veut expliquer. S'agit-il, par exemple, de tourbillons; l'un de vous suposera la matiere éthérée plus dense vers le centre, pendant qu'un autre qui voudra donner la cause de quelqu'autre Phénomene, rendra cette matiere plus dense vers la circonference; & un troisiéme sera encore bien reçû à

supofer

ſupoſer par tout une denſité uniforme. On ne ſçauroit trop faire d'hypothéſes, pourvû qu'on ſoit toujours prêt à les abandonner, auſſi-tôt qu'elles ſe trouvent démenties par l'expérience. Le droit d'en faire lorſqu'on n'en abuſe pas, eſt très-utile aux progrès de la Phyſique. La premiere Remarque que fit Newton de la Gravitation univerſelle, n'étoit-ce pas une ſimple hypotheſe, quoiqu'elle ceſſât bien-tôt d'en être une, lorſque confrontée ſeverement à la lumiere des obſervations, elle acquit la certitude de la Théſe la mieux établie ? Tout le monde ſçait ſur cela un trait du Philoſophe Anglois qui lui fait d'autant plus d'honneur, qu'il ne trouve guéres d'exemples. Mais il faut que vous me le pardonniez; je me le promets au moins en comptant ſur votre amitié & ſur cette ſage liberté que tous les hommes raiſonnables devroient ſe permettre : Je ne puis m'empêcher de vous comparer à une troupe d'Horlogers qui entreprendroient de faire une Pendule, mais qui y travailleroient ſéparément, ſans s'aſſujettir à la même meſure, ni aux différens raports que doivent avoir toutes ſes parties. Vous agiſſez à peu près de la même maniere : L'un explique la cauſe de la péſanteur, l'autre la cauſe de la dureté des corps; & je vous vois en train de parler de l'Inclinaiſon des Planetes : mais tout cela, ce ſont différentes parties de la Pendule qu'on ne pourra jamais raſſembler; parce qu'elles ne ſont pas faites l'une pour l'autre. Vous ſentirez avec étonnement qu'il n'y aura rien d'expliqué après avoir donné des explications de tout; & vous verrez à la fin qu'il faudra vous faire Newtoniens.

Mais pour répondre à l'invitation que vous venez de me faire, de montrer que les régles vulgaires du Méchaniſme ne ſuffiſent pas ; je vais * examiner la dureté des corps. Je ſuis prêt auſſi à refuter toutes les différentes explications qu'on a données juſques à préſent de la cauſe de la peſanteur, & à vous faire voir par un dénombrement exact de tous les autres moyens qui ſont conformes

* Voyez les Rem. num. (4)

aux idées de Descartes, que ce Phénomene n'est point explicable, tant qu'on n'admet que les seuls principes de cet Auteur. * Si vous l'aimez mieux, je prendrai quelqu'autre point de Physique : Car il y en a plusieurs qui sont également propres à mon dessein. Voulez-vous que nous examinions l'excentricité des * ....? Oh non, dirent nos deux Cartésiens : pour une pareille entreprise, il nous faudroit un plus grand loisir; la discussion seroit longue, & vous vous souvenez que nous devons nous en retourner ce soir. Mais comment voulez-vous donc, reprit Théodore, que je réponde à la Question proposée par l'Académie ? Si je me sers des attractions sans les établir, ma Piéce ne sera point admise; & malheureusement je ne puis réüssir à montrer que ces sortes de forces ont lieu dans la Nature, qu'en faisant différentes incursions sur toutes les parties de la Physique, afin de faire voir l'insuffisance des principes ordinaires dont la stérilité ne devient manifeste que lorsqu'on les suit un peu de près. En vérité, reprit Ariste en riant, vous ferez tout aussi-bien de renoncer de bonne grace aux honneurs du Triomphe, ou bien faites pendant quelque tems le personnage de Cartésien : Car il y a lieu de croire, & il paroît que vous en convenez, que l'Inclinaison des Planetes est un de ces Phénomenes dans lequel l'attraction n'a que peu de part. Il est cependant vrai que la supposition de ce principe vous fournit différentes choses fort ingénieuses sur le mouvement des nœuds, & sur le changement d'Inclinaison de la Lune & des autres Satellites. Mais vous ne réüssissez pas également, lorsque vous traitez de l'Inclinaison des Planetes principales. Quoiqu'il n'y ait rien de régulier ni dans ces Inclinaisons, ni dans la situation de ces nœuds, vous prétendez que toutes ces choses sont encore précisément dans le même état, que lorsqu'elles sortirent des mains du Créateur. Vous ne faites pas attention que l'extrême irrégularité qu'on y remarque, montre avec la

* Voyez les Rem. num. (6)

* Voyez la Remarque n. (7)

derniere évidence que les causes secondes y ont contribué.

Je crois, interrompit Eugene, qu'on peut dire quelque chose de plus, contre l'usage que Théodore auroit peut-être envie de faire des attractions dans la Question dont il s'agit : Je crois que si les attractions avoient lieu, elles détruiroient bien-tôt toute l'Inclinaison qu'on veut expliquer. M. Newton nous assure que l'action des Planetes les unes sur les autres ; que cette force avec laquelle elles s'attirent mutuellement, ne fait naître dans la situation de leurs Orbites que quelques inégalités qu'on peut négliger *, *inæqualitates aliquæ, sed quæ ob parvitatem hîc contemni possunt.* Pour moi je vous avoüe que comme ce grand Mathématicien n'admet aucun fluide, ni aucun autre obstacle qui puisse s'opposer le moins du monde à l'effet des attractions, il me paroît qu'elles devroient avoir bien-tôt fait disparoître l'obliquité des Orbites, & obligé tout le Systême Planétaire à se mouvoir exactement dans le même sens. Il n'importe que cette force n'agisse que très-peu, aussi-tôt qu'elle agit, & qu'elle produit quelques inégalités, *inæqualitates aliquæ.* Dès-lors toutes les Planetes doivent avoir à suivre le même chemin, une espece d'inclination que rien n'est capable d'arrêter ; puisqu'elles se meuvent comme dans le vuide, & que leur tendance vers le Soleil n'est du tout point contraire au mouvement latéral, par lequel l'obliquité de leurs Orbites diminuëroit.

* Vid. Propos XIV. lib. III. secun. Edit.

Je ne conviens point de tout cela, repartit Théodore ; j'aurois même beaucoup de choses à vous répondre. L'attraction doit causer simplement des alternatives périodiques sur les Inclinaisons des Planetes. Suposé que cette Inclinaison se réduisit à rien, il s'en formeroit une autre en sens contraire par la continuation du mouvement acquis, de même qu'un pendule une fois agité ne s'arrête pas tout à coup dans le point le plus bas par l'ac-

tion de la pésanteur. A l'égard de ce qu'à objecté Ariste, que nous ne pouvons pas rendre raison de l'Inclinaison absoluë ou primitive, il est vrai que c'est une difficulté dans notre Philosophie. Mais cette Inclinaison peut avoir eu de causes accidentelles que nous ne sommes point obligés de sçavoir : Nous ignorons divers changemens qu'à peut-être reçû l'Univers avant que de parvenir à l'état actuel où il se trouve. Après tout, je le repéte; nous n'admettons point de principe qui détruise nécessairement les Inclinaisons ; & c'est ce qui suffit. Si l'on peut nous accuser de ne pas tout sçavoir sur cet article, on ne peut pas nous convaincre d'erreur ; la différence est infinie, vous le sentez assez : Nous ne soutenons point d'hypothéses qui soient contraires aux Observations. Mais je vois bien que vous ne voulez pas que je prétende au Prix. Je ne sçai cependant si l'opinion de Descartes mise dans un plus grand jour, sera beaucoup plus propre à satisfaire l'Académie des Sciences ?

M. Descartes, reprit Ariste, s'est contenté d'indiquer les principes qui peuvent servir à résoudre cette question, sans l'avoir examinée d'une maniere particuliere; mais les Sectateurs de ce grand homme, comme M. Gadrois * & quelques autres, en ont donné une explication qui me paroît tout-à-fait évidente. Vous convenez avec nous de Systême sur le mouvement des Planetes, entre lesquelles nous mettons la Terre : Vous êtes trop habile Astronome pour n'en pas convenir. Vous sçavez que toutes les Planetes suspenduës à différentes distances du Soleil, circulent autour de cet Astre en mettant plus ou moins de tems à achever leur révolution, selon qu'elles en sont plus ou moins éloignées. Je me dispense aussi de prouver l'existence des Tourbillons en général, & celle en particulier du Tourbillon Solaire. On voit aussitôt qu'on renonce à toutes espéces de vertus ocultes, que si la Terre & les autres Planetes ne se meuvent pas en ligne droite, que si elles font leur révolution autour

* Pag. 185 & suiv. Syst. du Monde.

du Soleil, ce n'eſt que parce qu'elles ſont retenuës par un fluide qui les oblige par la rapidité de ſon cours, à circuler avec lui. Chacune en effet iroit bien-tôt ſe perdre vers les extrêmités du Monde, ſi elle n'étoit tranſportée que par ſa propre vélocité, & ſi elle n'étoit pas détournée ſans ceſſe par l'éther qui forme ce vaſte Tourbillon, qui s'étend juſques vers les Etoiles fixes, & dont le Soleil eſt le centre. * Il eſt clair outre cela que les parties de ce fluide, après avoir ſuivi différentes directions, & après s'être choquées mutuellement différentes fois, ont dû à la fin circuler toutes préciſément dans le même ſens. Ainſi, il ne reſte plus qu'à vous montrer pourquoi les Planetes ne ſuivent pas exactement le cours de la matiere céleſte ou etherée qui les tranſporte.

* Voyez la fin de la Remarque (7)

C'eſt parce qu'elles ſe trouvent ſouvent en conjonction les unes avec les autres par raport au Soleil, & qu'alors elles retreciſſent le paſſage de la matiere éthérée; matiere qui ne peut pas être preſſée, ſans repouſſer les Planetes chacune de leur côté, ni ſans les détourner de la direction qu'elles ſuivoient.

Il me paroît, interrompit Eugene, que l'Inclinaiſon des Planetes demande abſolument une autre cauſe : Car celle-ci rendroit l'Inclinaiſon ſujette à une viciſſitude continuelle. Vous en conviendrez auſſi-tôt que vous ferez attention, que la conjonction de deux Planetes doit produire des effets tout contraires, ſelon qu'elle ſe fait en deçà ou en delà de leurs nœuds mutuels. Il eſt vrai que ſi deux Planetes ſe trouvent vis-à-vis l'une de l'autre, après avoir déja paſſé par un de leurs nœuds réciproques ou par l'interſection mutuelle de leurs Orbites, la matiere éthérée qui ſe trouvera reſſerrée entr'elles, & qui accelera un peu ſa viteſſe, les pouſſera, comme vous le dites, de part & d'autre en dehors, & tendra à augmenter leur Inclinaiſon, ou à ouvrir l'angle formé par leurs Orbites qui étoient divergentes. C'eſt ce qu'on peut voir aiſément ſur la figure que je trace (*fig.* 2).... E & F

ſont les deux Planetes ; AB l'Orbite de la premiere ; AC celle de la ſeconde, & A le nœud mutuel que ces Planetes ont déja paſſé. Je n'ai que faire d'obſerver que ſi une de ces deux lignes repréſente une des deux Orbites, l'autre ligne ne repréſentera pas l'autre ; mais ſimplement ſa projection, puiſque l'une des deux Orbites eſt au-deſſus de l'autre. Quoiqu'il en ſoit, la matiere ètherée qui paſſe entre les deux Planetes, & qui conformément à la régle de Képler, ſe meut moins vîte que l'inférieure, mais plus promptement que la ſupérieure, doit accelerer ſa viteſſe dans le paſſage plus étroit, & doit en pouſſant en dehors les deux Planetes, leur faire ſuivre des lignes E *b* & F *c* qui ont une plus grande Inclinaiſon, que n'en avoient les premieres AB & A C.

Remarquez que ce ſera tout le contraire, ſi les Planetes ſe trouvent en conjonction dans le voiſinage d'un de leurs nœuds mutuels A, avant que d'y être parvenuës. Car la matiere ètherée qui ſe trouvera preſſée, & qui les pouſſera encore de part & d'autre en dehors, travaillera alors à diminuer la convergence de leurs directions, ou à éloigner le point *a* (*fig.* 3.) d'interſection de ces deux lignes ; ce qui ne peut avoir lieu, ſans que leur Inclinaiſon réciproque ne diminuë. Or comme les conjonctions ſe font ſucceſſivement dans différens points du Zodiaque, il eſt conſtant que s'il y en a un certain nombre qui occaſionnent l'augmentation de l'Inclinaiſon des Orbites, parce qu'elles ſe font après la rencontre des nœuds réciproques ; il y en a préciſément le même nombre qui occaſionnent la diminution, parce quelles ſe font avant la rencontre des nœuds. Ainſi, on ne peut expliquer de cette ſorte que les legeres variations que ſouffrent vraiſemblablement les Inclinaiſons de toutes les Planetes ; mais on ne peut pas rendre raiſon de l'Inclinaiſon même.

Vous ne remarquez pas, répondit Ariſte, que l'obli-

quité dont il s'agit, a pû fort bien n'être produite, qu'après plusieurs révolutions. J'y pense, reprit aussi-tôt Eugene; car si nous prenions pour exemple les conjonctions de Saturne & de Jupiter, il me seroit facile de vous montrer que, quoique ces deux Planetes se rencontrent tous les vingt ans, elles ne se rencontrent cependant proche de leurs nœuds mutuels, qu'environ de 60 en 60. ans, après que la premiere a fait un peu plus de deux circulations, & la seconde un peu plus de cinq. Mais enfin poussez le nombre des révolutions si loin que vous le voudrez, s'il se trouve des conjonctions qui sont propres à faire augmenter l'Inclinaison, il s'en trouvera le même nombre qui seront propres à la faire diminuer; puisqu'elles se succedent toutes d'une façon reglée, & qu'il s'en fait autant avant l'intersection des Orbites, qu'il s'en fait après. Saturne & Jupiter dans ces derniers tems se sont trouvés en conjonction dans des points fort proches de leur nœud mutuel qui est dans le signe du Lion; ils s'y sont trouvés en 1563, en 1623, en 1683, & ils s'y trouveront encore en 1742: Et dans trois ou quatre siécles, sçavoir en 1961, en 2020 & 2140, ils se joüeront autour de l'autre nœud qui est dans le signe du Verseau. Mais, je le repéte encore une fois, si entre ces conjonctions les unes étoient capables de produire l'obliquité de 1. degré 16. min. que l'Orbite de Saturne a par raport à celle de Jupiter, les autres seroient également capables de réduire à leur tour cette obliquité à rien. Cette alternative seroit déja arrivée un très-grand nombre de fois; elle seroit arrivée en dernier lieu en 1683, & elle n'eût sans doute pas échapée aux regards attentifs des Astronomes, qui observent continuellement le Ciel.

Au surplus, continua Eugene, si les conjonctions ne causent pas, comme vous le prétendiez, Ariste, cette obliquité considérable que nous remarquons dans le mouvement des Planetes, il seroit très-curieux & très-

important d'examiner ſi elles ne la rendent pas au moins un peu variable. Je me conſolerois, répondit Ariſte, ſi j'avois donné occaſion à cette découverte. Peut-être que la variation dont il s'agit, n'eſt pas aſſez grande pour être aperçûë, & qu'elle ſe refuſera toujours aux recherches des Obſervateurs les plus exacts. Mais combien n'y a-t'il pas auſſi de petites irrégularités dans le Ciel, qu'on rejette ſur le défaut des inſtrumens, & qu'on ne remarque point, parce qu'on ne s'y attend pas; au lieu qu'elles ſe manifeſteroient ſans peine, ſi nous ſçavions en faire l'objet de notre curioſité & de notre attention. Je ſuis même le plus trompé du monde ſi ceci ne pourroit pas ſervir au jugement du grand procès qui eſt entre Théodore & nous, ou plûtôt entre Newton & Deſcartes.

Nous venons de voir que lorſque les Planetes ſe rencontrent après avoir paſſé le point où leurs Orbites ſe coupent, leur obliquité réciproque doit augmenter; au lieu qu'elle doit recevoir quelque diminution, lorſque les Planetes ſe rencontrent avant que d'être parvenuës à ce point: Mais il me ſemble qu'il arriveroit tout autrement, ſi les attractions étoient une loi de la Nature, & que tous les corps y fuſſent ſujets. En effet, lorſque deux Planetes ſe rencontrent, après avoir paſſé leur nœud, & qu'elles vont en s'éloignant l'une de l'autre, leur attraction mutuelle rendroit leurs directions moins divergentes, puiſqu'elle tendroit à les rapprocher réciproquement: Et au contraire, lorſque les Planetes ne ſeroient point encore arrivées à l'interſection de leurs Orbites, la force avec laquelle elles s'attireroient mutuellement, rendroient leurs directions encore plus convergentes, & feroit par conſéquent augmenter leur Inclinaiſon. Vous voyez donc qu'auſſi-tôt que les Aſtronomes réüſſiront à apercevoir le changement de directions que reçoivent les Planetes, lorſqu'elles paſſent vis-à-vis les unes des autres proche de leur nœud; il ſera facile de reconnoître par la nature de

ce changement, s'il eſt cauſé par un fluide qui accelere ſa viteſſe, & qui pouſſe de part & d'autre en dehors lorſqu'il eſt reſſerré ; ou s'il eſt cauſé au contraire par les attractions Newtonienes, qui font que tous les corps peſent les uns ſur les autres, & tendent à s'aprocher.

Théodore qui écoutoit la converſation fort attentivement, parut approuver la remarque d'Ariſte. Apparemment, dit-il, qu'on n'a point fait attention que les variations dont il s'agit, doivent ſe faire en différens ſens dans l'un & dans l'autre Syſtême : Car on ne s'eſt point encore aviſé de remarquer quelle conſéquence on peut tirer de celles qu'on obſerve dans les Satellites de Jupiter, lorſque cette Planete ſe trouve en conjonction avec Saturne. On peut obſerver auſſi avec ſoin le mouvement des nœuds réciproques des Planetes principales : C'eſt plûtôt par ce mouvement qu'on pourra ſe décider que par le changement d'Inclinaiſon des Orbites. Car cette Inclinaiſon étant ſujette ſelon l'une & l'autre explication à augmenter & à diminuer alternativement, elle ne ſouffre pas de variations qui deviennent plus ſenſibles par la ſuite des ſiécles : Au lieu que ce n'eſt pas la même choſe de la marche des nœuds dont les degrés du mouvement s'accumulent ou s'ajoutent. Ces points retardent pour ainſi dire, continuellement dans le ſyſtême Newtonien, & c'eſt tout le contraire dans le vôtre. En effet, ſi vous ne vous trompez pas dans les Remarques que vous venez de faire ſur l'action du fluide qui remplit les vaſtes eſpaces du Ciel, les Planetes qui ont paſſé par leur nœud comme dans votre fig. 2., prennent des directions plus divergentes ; le point A d'où partent ces directions ſe raproche en a, le nœud ſe trouve donc plus avancé : Et il avance également, lorſque les Planetes s'aprochent de leur nœud mutuel, comme dans la figure 3, & que leur direction en devenant moins convergentes vont ſe rencontrer en a. Ainſi, les deux ſyſtêmes, le Newtonien & le Cartéſien de la ma-

niere dont vous repréſentez ce dernier, ſont directement opoſés ſur cet article ; ils ſupoſent des effets abſolument contraires. Selon vous, le nœud mutuel des Planetes qui ſont voiſines doit toujours par ſon progrès paſſer de A en a, au lieu que ſi l'attraction n'eſt point oiſive, ce point doit reculer de A en *a*, en allant contre l'ordre des Signes, au moins par raport au Ciel étoilé. *

* Voyez les Remarques qui ſont à la fin des deux autres Entretiens.

Mais pour revenir à la premiere cauſe de l'Inclinaiſon, je ne ſçai, continua-t-il, comment Eugene à ſon tour viendra à bout de l'expliquer : Car quand même les Planetes feroient quelquefois détournées de la direction du Tourbillon, elles feroient bien-tôt obligées d'y revenir par la rapidité extrême du cours de l'éther. M. Newton a démontré que les fluides qui ne laiſſent aucun intervalle entre les petites molécules dont ils ſont formés, font par leur choc une impreſſion beaucoup plus grande qu'on ne le penſe ordinairement*. Or, lorſqu'une Planete avance ſelon une direction qui differe de 4 ou 5 degrés de celle du fluide qui la tranſporte, elle eſt expoſée à une impulſion latérale capable d'un très-grand effet. Quelle puiſſance Eugene veut-il employer pour ſoûtenir la Planete contre une pareille impulſion, & l'empêcher de céder entierement au courant qui l'entraîne ?

* Voyez la Remarque, num. (5)

Ne ſoyez point ſi fort en peine de ce que je penſe, repliqua Eugene : Je ſuis de votre ſentiment en ceci ; & je vous dirai même qu'ayant eu il y a quelque tems occaſion de diſcuter toutes ces matieres, j'ai fait le calcul de l'impulſion laterale dont vous parlez, & que je l'ai trouvé trop grande, pour qu'elle ne doive pas obliger les Planetes à ſuivre exactement le cours du Tourbillon. Il ſuffiſoit de faire ce calcul pour une ſeule Planete, & je l'ai fait pour Vénus. Il tira en même tems un papier, ſur lequel il y avoit différentes ſuputations, avec une figure ſemblable à celle que je mets ici. (*fig.* 4.) Supoſons, pourſuivit-il, que AB repréſente & la direction que ſuit

la matiere étherée, & l'espace qu'elle parcourt dans un certain tems; & que A C à peu près égal à A B, soit le chemin fait par Venus dans le même tems sur la direction AC, qui différe de celle du fluide de la quantité de l'Inclinaison; c'est-à-dire, de 3 degrés 23 ou 24 minutes. Il est évident que la soustendente BC de l'angle de l'Inclinaison représentera la vitesse respective de la Planete par raport au fluide; puisque le fluide & la Planete s'éloignent l'un de l'autre de la quantité de cette soustendente, pendant qu'ils parcourent les espaces AB & AC. On trouve en résolvant le triangle B A C, que B C est environ la dix-septiéme partie de A B; de sorte que la Planete rencontre le fluide de côté avec la dix-septiéme partie de sa vitesse absoluë, ce qui produit précisément le même effet que si la Planete étoit en repos, & que la matiere étherée vint la rencontrer en sens contraire, & la pousser de C vers B, avec une pareille vitesse.

Peut-être m'objectera-t-on que la matiere étherée ne fait pas un aussi grand effort par son choc que le prétend M. Newton; & que l'impulsion qui résulte de la dix-septiéme partie de sa vitesse totale n'est pas fort considérable. Mais la réponse à cette difficulté est toute prête: Car je puis montrer qu'une vitesse qui n'est qu'environ la huitiéme partie de celle-ci, ou que la cent-quarantiéme partie de la vitesse totale produit un effet sensible. On sçait que toutes les Planetes, comme Mercure, Vénus, &c. ne font pas leurs révolutions autour du Soleil d'un mouvement uniforme; elles en augmentent depuis leur Aphélie jusqu'à leur Périhélie: mais d'où peut venir cette augmentation, si ce n'est de la plus grande rapidité qu'ont les différentes couches d'éther, dans lesquelles les Planetes passent continuellement? On n'a cependant qu'à examiner dans Vénus combien la vitesse de la matiere éthérée est plus grande vers le Périhélie que vers l'Aphélie, & on trouvera par la re-

gle de Képler, que la différence n'eſt pas de la cent-quarantiéme partie ; de ſorte que ce n'eſt tout au plus qu'avec cet excès de viteſſe , que l'éther peut agir ſur Vénus, pour lui imprimer un plus grand mouvement. Or je demande, ſi lorſque l'éther choque la Planete de côté à cauſe de ſa déviation, & qu'il employe pour la faire revenir ſur A B une viteſſe huit fois plus grande, laquelle rend l'impulſion 64 fois plus forte ; (car on ſçait que les impulſions ſont comme les quarrés des viteſſes,) je demande ſi la Planete peut perſiſter à ſuivre ſa direction oblique, & ſi en partant d'un de ſes nœuds avec une Inclinaiſon de 3 ou 4 degrés , par raport au cours du Tourbillon, elle peut revenir à l'autre nœud avec cette même obliquité. Je crois donc que les Planetes ſuivent exactement le cours du fluide qui les entraîne, ſans qu'il y ait d'autre différence que ces variations dont nous avons vraiſemblablement trouvé la cauſe dans les conjonctions. Eugene vouloit encore dire quelque choſe ; mais il ſurvint de la compagnie qui dîna avec nous, & qui nous interrompit.

Fin du Premier Entretien.



REMARQUES SUR LE PREMIER ENTRETIEN.

Sur l'Inſtitution des loix du mouvement.

(1) CE qu'on dit ici a été ſi peu reconnu, qu'on voit ſouvent les plus ſçavans Mathématiciens ſe donner la torture pour parvenir à des démonſtrations rigoureuſes des différentes vérités de Méchanique qu'il faudroit ſe contenter d'expliquer, ou de raporter à quelques autres vérités plus faciles à ſentir. Combien de fois ſans penſer qu'on prêtoit de foibles armes à la mauvaiſe cauſe de Spinoſa, n'a-t-on pas tenté, par exemple, de démontrer en rigueur les propriétés du levier ou les loix de la compoſition du mouvement ? On n'apercevoit pas que les Mathématiques pures ne ſont ſuſceptibles de démonſtrations exactes, que parce qu'elles offrent continuellement des vérités néceſſaires : Au lieu que la certitude de la plûpart des principes de Méchanique ou de Phyſique dépend de leur inſtitution ou des raiſons de convenance, ſur leſquelles ils ſont fondés. On peut montrer ſans doute que la diagonale du Parallelograme qui ſert à la compoſition des mouvemens, a un grand nombre de propriété qui la diſtinguent. Les forces ou les mouvemens contraires ſe détruiſent de part & d'autre de cette ligne, la longueur de cette diagonale repréſente la ſomme des forces qui s'accordent à agir dans le même ſens, c'eſt outre cela ſur cette diagonale que tombe le plus grand effort relatif commun ; car qu'on cherche cet effort ſur tout autre direction, il ſera toujours un peu moindre. Il ſe préſentera une infinité d'autres raiſons de préférence à la ſagacité des Mathémati-

ciens qui en feront la recherche ; & ils pourront par l'arrangement & la longue ſuite de leurs reflexions donner quelque aparence de démonſtrations à leurs raiſonnemens. Mais ces prétenduës démonſtrations n'en feront pas meilleures, & ſi on les regarde comme de ſimples explications, elles ſeront fort inférieures à d'autres qui ſeroient plus courtes. Outre cela, elles n'auront toujours de force qu'autant qu'on ne rejettera pas certaines ſupoſitions qu'on n'eſt pas invinciblement forcé d'admettre, & qu'on n'eſt diſpoſé à recevoir que parce que le choix fait par l'Auteur de la Nature étant l'effet de la plus parfaite lumiere, quelques rayons qui s'en détachent pour ainſi dire, percent juſqu'à nous, & nous font ſentir par leur impreſſion la ſageſſe du choix.

Dans les cas mêmes les plus ſimples & qui ſemblent n'admettre qu'une ſeule ſolution, nous laiſſons paſſer ſouvent ſans nous en apercevoir quelques unes de ces ſupoſitions dont nous venons de parler. Preſque tous les Philoſophes ſe trompent, ſelon toutes les aparences, ſur la cauſe du mouvement continué. Ils diſent que le mouvement eſt un état & que puiſque chaque choſe perſiſte dans ſa maniere d'être, le corps une fois mû doit continuer à ſe mouvoir. On auroit, peut-être, tout autant de droit de dire que le mouvement eſt un changement continuel d'états & qu'il faut donc une cauſe continuellement agiſſante pour le produire. Le corps exiſtoit d'abord en A, il exiſte enſuite en B, en C, &c. Peut-il paſſer ſucceſſivement de lui-même dans tous ces lieux en ſortant de ſa place à chaque inſtant ? N'eſt-il pas plus à propos de penſer, conformément à ce qu'on a dit (*pag.* 27) touchant les molécules de matiere qui ne ſont point affectées, que la force qui fait mouvoir le corps après qu'on a ceſſé de le pouſſer, lui eſt exterieure, & que cette propriété qu'il a de continuer à ſe mouvoir, il pourroit ne la pas avoir ?

Mais au lieu d'un mobile, conſidérons en deux qui

viennent ſe rencontrer en ſens directement contraires avec des maſſes & des viteſſes égales : Nous ſommes tentés de croire qu'il faut néceſſairement qu'il y ait équilibre entre ces deux corps. Ils ont des forces préciſément égales ; toutes les circonſtances ſont les mêmes de part & d'autre, ajoute-t-on ; & il eſt métaphyſiquement impoſſible que l'un l'emporte ſur l'autre. Qu'on y penſe cependant un peu : Ces deux mobiles ſont formés chacun de la même quantité de matiere, & ils parcourent en tems égaux des eſpaces de mêmes longueurs ; c'eſt tout ce que nous ſçavons avec certitude. Le tranſport eſt égal, ſi par tranſport nous entendons la maſſe multipliée par la viteſſe. A l'égard de la force, que j'y ſupoſe comme attachée, je n'en ai aucune idée diſtincte, je l'ai ſentie ſouvent ſans la mieux connoître, & aparemment que les autres Phyſiciens ſont dans le même cas que moi ; témoin la diſpute qui fit tant de bruit il y a quelques années touchant l'expreſſion qu'on devoit lui aſſigner. Tout conſidéré, nous ignorerions encore, ſi l'experience ne nous l'avoit apris, que cette force ne dépend point du ſens dans lequel le corps ſe meut par raport à l'Univers. En effet, on entreprendroit inutilement de nous démontrer qu'il eſt géometriquement impoſſible ou qu'il impliqueroit contradiction que le mobile qui va vers l'Orient, ſurmontât toujours celui qui avance vers l'Occident, malgré leur égalité de tranſport. Il eſt vrai que tout eſt égal de part & d'autre, ſi l'on fait abſtraction des Régions du Monde : Mais l'Auteur de la Nature pouvoit faire dépendre l'action de chaque mobile non-ſeulement de la maſſe & de la viteſſe, mais encore de la ſituation de la direction ſelon laquelle ſe fait le mouvement.

Il ſuffit d'ouvrir les yeux pour ſe convaincre que la ſituation de la direction par raport aux Régions du Monde ne fait rien au choc des corps. On doit conclure de là que quant à l'Ordre général, l'établiſſement des loix du

mouvement eſt antérieur à la formation de l'Univers ; & tous les Phénomenes nous confirment la même vérité. Notre globe tourne ſur ſon axe en 24. heures ; tous les corps terreſtres décrivent des cercles plus ou moins grands ſelon qu'ils ſont plus ou moins éloignés de l'axe. Mais conformément à la loi qui porte qu'une ligne courbe ne peut être décrite que par un mouvement contraint ou continuellement gêné ; tous ces corps font effort pour s'éloigner du centre de la Terre , & cet effort qui s'exerce contre la peſanteur , la rend inégale. Preuve certaine que l'Auteur de la Nature ne veut pas abſolument ou ſimplement que les corps terreſtres décrivent des cercles. Si ſa volonté ſe bornoit à cet effet, les graves n'auroient point de force centrifuge ; ils décriroient auſſi naturellement un cercle que la ligne droite : au lieu qu'ils ont une force centrifuge conſidérable ; parce que les loix du mouvement ſont conſtamment obſervées par tout, & qu'elles ſont les premieres en date, ſi on peut ſe ſervir de cette expreſſion.

Sur l'Inſtitution des loix de l'Attraction.

(2) LE Newtonien & le Cartéſien habile , ſe réüniſſent déſormais à regarder les Attractions comme un point de fait qui eſt atteſté par un ſi grand nombre de Phénomenes, qu'il n'eſt plus permis de les revoquer en doute. Mais ces Philoſophes ſe trouvent à peu près dans le même cas que les Nations qui ne pouvant parvenir au bonheur ineſtimable d'une Paix durable , ſe procurent au moins autant qu'ils peuvent , les douceurs paſſageres qu'offre une Treve mal établie. Il leur ſuffit pour cela de déclarer , les uns peut-être ſans trop le croire , & les autres ſans trop l'eſperer , que le mot d'*Attraction* de même que celui de péſanteur déſigne ſimplement un fait, en attendant qu'on en découvre la cauſe. Par le moyen de cette ſimple précaution qui réüſſit toujours, on

on peut malgré la diverſité d'interêts de Sectes, travailler enſemble comme amis à chercher des vérités d'induction, qui ſont preſque les ſeules auxquelles nous puiſſions parvenir; on peut en un mot faire tout ce qu'il faut pour augmenter nos connoiſſances dans la Phyſique. La Philoſophie des uns eſt comme entée ſur celle des autres; & il eſt certain que pour devenir bon Newtonien ou pour le devenir à bon droit, il faut commencer par être Cartéſien & ne ceſſer d'être pur Cartéſien qu'à la la derniere extrêmité. Malheureuſement le concert eſt actuellement un peu troublé entre eux dans nos Entretiens, quoique leur diſpute ne les occupera pas longtems. Nous profiterons de cette occaſion pour faire quelques réfléxions ſur la nature de la Gravitation univerſelle; & nous tâcherons enſuite de ſatisfaire à quelques-unes des difficultés qu'on fait contre cette force regardée comme principe.

I.

On peut conſiderer l'Attraction comme pluſieurs autres qualités ſenſibles qui s'exercent ſelon des lignes droites. De la divergence de ces lignes qui partent d'un point, qui partent d'un grain de matiere, il naît naturellement une diminution dans la force qui doit ſuivre la raiſon inverſe du quarré de la diſtance. L'éloignement étant trois ou quatre fois plus grand, l'Attraction ſera 9 fois ou 16 fois plus petite: Mais c'eſt en ſupoſant que la force qui s'exerce ſur chaque ligne Mathématique ne reçoit aucun changement, & il eſt clair qu'elle pourroit en recevoir; elle pourroit diminuer ſuivant un certain raport qui ſe compliqueroit avec la diminution que produit la divergence; un raport ſe multiplieroit par l'autre. Supoſé que la Gravitation ſur chaque rayon ou ſur chaque ligne priſe mathématiquement, diminuât comme la diſtance, la Gravitation diminueroit en tout

comme le cube ; & on voit bien qu'elle pourroit par la même raison suivre dans sa diminution une infinité d'autres raports, selon qu'elle diminue plus ou moins le long de chaque ligne. En général, si x marque la distance au grain de matiere, & que la loi que suit la gravitation particuliere sur chaque rayon soit proportionnelle aux puissances négatives p de x, on aura $\frac{1}{x^p}$ pour la force sur chaque ligne considérée mathématiquement. Mais les espéces de rayons sur lesquels s'exerce la force étant sujets à la même divergence que les rayons de lumiere, & que les lignes le long desquelles se continuent diverses qualités sensibles, il faut multiplier $\frac{1}{x^p}$ par $\frac{1}{x^2}$; & on aura $\frac{1}{x^{p+2}}$ pour la force attractrice de tous les grains de matiere imaginables.

Cette expression de la force s'étend à une infinité de cas ; elle ne marque à notre égard que la simple possibilité de la chose, sans nous rien aprendre touchant le fait ou sur l'existence des cas qui ont réellement été choisis. Il nous faut consulter les Phénoménes si nous voulons découvrir combien l'Auteur de la Nature a jugé à propos d'instituer de ces différentes loix, ou s'il n'a voulu en établir qu'une seule. Nous n'avons que cette unique route à suivre, pour ne pas nous égarer dans le champ trop vaste que nous présente ici par sa généralité la Géometrie ou la Métaphysique. C'est à l'experience seule à nous instruire ; & encore ne sommes nous pas sûrs de ne nous pas tromper : Car toutes ces matieres sont trop mêlées d'obscurité, pour que nous puissions rien affirmer absolument. Pour peu néanmoins que nous fassions attention à certaines opérations de la Nature, nous jugerons que la raison inverse du quarré de la distance n'est pas la seule qui ait été adoptée, & qu'il faut au moins que plusieurs corpuscules qui entrent dans la

composition des mixtes, agissent selon la raison inverse des cubes. Qu'on joigne ensemble plusieurs grains de matiere dont l'action suit le raport inverse des quarrés, on ne trouvera pas dans cet assemblage une force suffisante pour produire ici bas une infinité de ces Phénoménes qui frapent autant les yeux des Naturalistes dans les productions de la Nature, que les mouvemens célestes propres à établir l'autre loi, frapent les yeux des Astronomes. Les deux loix ont un égal droit à être admises : Car il ne paroît pas qu'on puisse expliquer par l'une les effets que produit certainement l'autre. Messieurs Kiell & Friend se sont attachés à mettre cette proposition dans tout son jour ; & ils n'ont fait en cela que suivre les traces de M. Newton, qui avoit déja touché le même sujet à la fin de son Optique. Tous ont vû qu'il y avoit au moins des exemples bien distincts de deux loix différentes, l'une qui dépend du quarré, l'autre du cube de la distance. S'il ne s'agissoit que d'une simple diminution de force, on pourroit peut-être la procurer par la décomposition des mouvemens : Mais une progression n'est pas propre à tenir la place de l'autre ; & on ne peut pas encore une fois réüssir à multiplier la force jusqu'à la rendre comme immense dans le contact, en accumulant des parties qui agissent selon le quarré.

Il suit de là, que si on eut demandé à M. Newton, ou même aux deux autres Sçavans que nous venons de citer, l'expression générale de la force d'un corps formé de corpuscules pris au hazard, j'ai le soin de dire pris au hazard, ils n'eussent point hésité à nous donner une quantité complexe composée au moins de deux termes, pour représenter la diverse action des deux sortes de parties qu'ils reconnoissoient. L'expression eut été $\frac{m}{x^2} + \frac{n}{x^3}$ dans laquelle m désigne la multitude & en même tems l'intensité de la force des corpuscules qui agissent selon la raison inverse des quarrés, & n la multitude des au-

tres molécules. On ne peut pas employer d'autre expreſſion ; auſſi-tôt qu'on embraſſe les principes de M. Newton dans toute leur étenduë. Il ne nous l'a pas fourni lui-même, parce qu'il nous arrive tous les jours de ſçavoir une infinité de choſes ſur leſquelles nous ne nous replions pas, ou ſur leſquelles nous ne nous aviſons pas de nous interroger. Au ſurplus, on ſe feroit une vaine difficulté, ſi l'on prétendoit que l'action de chaque grain ne ſuit pas une loi ſimple ; on voit bien qu'elle en ſuit une. Ce n'eſt pas que nous euſſions rien à dire contre une expreſſion originairement complexe ; de même que nous aurions tort de mettre ſur le compte des nombres, les embarras dans leſquels nous jetteroit, par notre faute, l'uſage des chiffres Romains, ſi nous les employons dans nos calculs à la place des chiffres Arabes. Mais ce n'eſt point cela ; l'aſſemblage des corpuſcules, pour ainſi dire hétérogenes, apporte néceſſairement de la complication dans le réſultat ; & peut-être faudroit-il, ſi nous connoiſſions mieux la Nature, ajouter quelques autres termes à l'expreſſion pour la rendre complette, quoique la diverſité d'actions doive être renfermée dans des bornes très-étroites. Une régle qui eſt ſupérieure à toutes celles-là & qui ſans doute n'a pas été violée, c'eſt qu'il n'a dû entrer de différentes loix dans le Méchaniſme général qu'autant qu'elles y étoient abſolument indiſpenſables : Le nombre de toutes ces loix dépend de la variété que l'Ordonnateur de toutes choſes a voulu mettre dans ſon Ouvrage. Ainſi, nous qui n'en pouvons juger qu'*à poſteriori* & qui n'avons dans cette rencontre d'autre lumiere que celle que nous fournit l'experience, nous ne devons admettre de nouveaux principes, que lorſque nous y ſommes abſolument obligés, non pas par un fait unique dans la diſcuſſion duquel nous pourrions craindre quelque erreur, mais par une ſuite entiere de Phénomenes qui dépoſent unanimement en faveur de la même vérité.

Je n'ai que faire d'avertir qu'il ne s'agit pas ici de la dé-

composition de la force qui résultera de l'action oblique des molécules les unes par raport aux autres. Cette décomposition faite selon les régles ordinaires de la Méchanique, produira d'autres changemens. Nous ne considérons actuellement que la seule complication qu'introduit nécessairement la multitude des parties hétérogenes. Dans certains mixtes le terme $\frac{m}{x^2}$ doit disparoître ou devenir comme nul, parce que le nombre des autres parties sera incomparablement plus grand ; c'est ce qui donne lieu à la plûpart des merveilles qui s'operent dans le laboratoire des Chymistes. On trouvera d'autres corps qui seront formés entierement de parties dont l'action suit la raison inverse du quarré des distances ; ou bien leurs autres parties seront comme ensevelies dans les premieres, ou elles seront en trop petit nombre. Mais il n'est pas étonnant que les deux termes ayent lieu, dans l'assemblage de tous les mixtes, dans un amas grand comme la Terre qui en contient elle-même tant d'autres ; & il n'est pas incroyable que l'action des deux différentes forces se manifeste dans le mouvement d'une Planete voisine comme la Lune, à l'égard de laquelle la pésanteur vers nous doit produire des effets plus marqués.

Aussi M. Clairaut a-t-il trouvé que le premier terme de l'expression ne suffisoit pas & qu'il falloit nécessairement en ajoûter un second, aussi-tôt qu'il a examiné le mouvemeut de l'Apogée & du Perigée de la Lune, avec la sagacité qu'il aporte dans toutes ses recherches. La Lune étant peu éloignée de la Terre, & ses distances changeant considérablement, les deux forces ou actions particulieres doivent souffrir de grandes altérations ; & comme elles suivent différens raports, leur diversité donne lieu de les démêler. Une barriere difficile à franchir avoit empêché M. Newton de faire cette découverte si importante, qui bien loin de faire tort à sa Théorie, la perfectionne au contraire. Pour ne pas entreprendre

la solution d'un problême embarrassant, ce grand Homme à qui nous ne devons pas en faire de reproche, puisque nous lui avons tant d'autres obligations, se contenta d'une aproximation trop peu exacte. Il jugea à propos de n'évaluer que grossierement la force perturbatrice à laquelle la Lune est sujette, cette force qui altere sans cesse & la situation de l'Ellipse, & l'Ellipse même que décrit cette Planete. Faute de vérifier ou d'apercevoir que l'action du Soleil ne pouvoit pas toute la fournir, il ne pouvoit pas soupçonner qu'il falloit en attribuer une partie à la Terre même, dans laquelle il reconnoissoit néanmoins des corpuscules qui agissent en raison inverse triplée de l'éloignement; espéce d'action qui est propre comme il le sçavoit encore, à faire avancer d'un pas réglé la ligne des apsides dont il étoit question. On trouveroit, peut-être, encore une autre petite partie de cette force dans les corpuscules hétérogenes de la petite Planete. Mais enfin pour trancher le mot, on ne peut pas disculper M. Newton de toute erreur, puisqu'il a crû que le second terme de la Gravitation étoit insensible; au lieu que ce terme est considérable par raport à l'autre; ce qui change la loi de la Pésanteur qu'il faut au moins employer dans l'Astronomie Physique lunaire.

On pourra vraisemblablement,en examinant avec plus de scrupule dans la suite le mouvement des autres Planetes, décider si la distribution des parties hétérogénes est la même dans le Soleil que dans la Terre, ou que dans Saturne ou dans Jupiter. Il seroit aussi absurde de prétendre que cette distribution est la même par tout,que si l'on soutenoit qu'elle est égale ici bas dans tous les mixtes. Que la Terre contienne donc trois ou quatre fois plus de parties d'une espéce que de l'autre, on n'en doit rien conclure à l'égard des autres corps célestes, ni même à l'égard de la Lune: Car le deuxiéme terme qu'il faut ajouter à l'expression de la Pésanteur, apartient jusqu'à présent par indivis aux deux Planetes, & on peut dire à peu près

la même chose du premier. Nous pouvons dire quelque chose de plus; les Cieux nous présentent une matiere qui paroît exempte d'inertie, puisqu'elle ne fait point de résistance sensible aux mouvemens des Planetes. Une semblable matiere ne paroît pas propre à avoir une force attractrice : Car il faut une certaine sorte de réaction ou de résistance de la part des corps qui agissent en distance. Ils n'attirent que parce qu'ils sont eux-mêmes attirés, & qu'ils ne cedent à cet effort que lentement. Mais il se peut faire que toute matiere qui a de l'inertie n'agisse point dans l'éloignement; & il suit de là que quoique la multitude des parties qui forment un corps, soit exprimée par une quantité complexe de trois termes, il n'y en aura quelquefois que deux qui contribueront à l'action dans l'éloignement. Il faudra excepter peut-être un grand nombre de parties doüées d'inertie, mais destituées d'attraction, pendant que les autres corpuscules agiront inégalement; ce qui nous donnera la même expression que ci-devant pour l'action totale.

II.

Il ne nous reste plus qu'à examiner, comme nous l'avons promis, les difficultés qu'on fait ordinairement contre les Attractions. Je n'entreprendrai pas de répondre ici aux objections que les personnes qui ne sont nullement initiées dans ces matieres hazardent quelquefois. On a déja entendu parler en France des tentatives que je fis au Pérou à la fin de 1738 sur une Montagne continuellement couverte de neige, nommée *Chimboraço* qui est la plus haute que j'aye vûë, & peut-être la plus haute du Monde. J'invitai Messieurs de Ulloa & de la Condamine, à être témoins des Observations que je me proposois d'y faire & à y prendre part. Nous nous postames au pied de la neige, 829 toises au-dessous du sommet de la Montagne, & 2388 toises au-dessus du niveau de

la Mer. Là, un fil à plomb se détourna vers Chimboraço d'environ $7\frac{1}{2}''$, c'est-à-dire, que sa tendance vers la Montagne ne se trouva guéres que d'une 27 ou 28 millieme partie de sa tendance en bas vers la Terre. Mais si une si énorme masse, comme la Montagne, produisit si peu d'effet, qu'on juge de celui que causeroit le Mont-Valerien, qui n'est peut-être pas la vingt milliéme partie de la masse dont nous ressentions la présence, & qu'on s'étonne ensuite que nos plus grans édifices n'agissent pas d'une maniere sensible sur les corps qui sont dans leur voisinage ! Je laisse encore une fois ces sortes d'éclaircissemens, pour considérer les attractions d'un autre côté. Qu'elles soient impossibles, je doute que personne le pense. Qu'elles soient inutiles, c'est la grande objection que répétent continuellement les Sectateurs de M. Descartes, & c'est la plus difficile à résoudre; parce qu'il ne suffit pas de refuter les explications de la plûpart des Phénoménes qu'ont donné ces Philosophes, il faut encore faire voir qu'il n'est pas possible d'en trouver de meilleures, tant qu'on se renferme dans les principes Cartésiens. Nous aurons souvent occasion de suivre cette objection & de l'examiner dans ces Remarques. On a fait enfin une troisiéme difficulté un peu différente de la seconde, & c'est celle dont nous allons actuellement péser la force. Les Sectateurs de M. Leibnitz en puisant dans la Métaphysique de leur Maître, ont prétendu montrer, non pas que la Gravitation universelle étoit impossible, mais qu'il n'y a jamais eu de raison de l'établir.

Ils soutiennent que lorsqu'on considére un corps, on ne voit rien qui ait raport à la vitesse qu'il doit prendre ni à la direction qu'il doit suivre. Ce corps est placé dans le vuide : on l'examine inutilement, on ne peut décider de son sort par l'effet de l'Attraction. Le problême est indéterminé à cet égard; il n'admet point de solution précise & certaine; & c'est à peu près comme

s'il n'en admettoit aucune. Rien ne reglant l'Attraction, elle n'a pas dû être établie : Car pourquoi feroit-elle plûtôt d'un certain degré que d'un autre ?

Pour moi, j'avoüe ingénument que je ne fuis nullement étonné que le problême confidéré de cette forte, foit fufceptible d'une infinité de folutions. L'Attraction ne peut s'exercer que lorfqu'il y a plufieurs corps : Ainfi pour prévoir ce qui arriveroit à chacun d'entr'eux, il faut embraffer du même coup d'œil tout le fyftême ; & alors la queftion qui paroiffoit indécife, ne le fera plus. N'eft-ce pas à peu près la même chofe lorfqu'un corps en mouvement en choque un autre ? Si je ne jette la vûë que fur le corps choqué, je ne découvre rien qui puiffe lui faire prendre une nouvelle viteffe. Je vois, il eft vrai, dans l'inftant du choc un autre corps : Mais ce dernier pourroit refter pendant un fiécle entier dans la même place fans produire le moindre effet. Il faut donc que je fçache que ce dernier mobile vient de plus loin ; il faut en un mot que je n'ignore aucune des circonftances effentielles. Je ne fuis auffi obligé à rien de plus lorfque j'examine un fyftême de corps ; & que j'entreprends de marquer les effets de l'Attraction. Il n'eft pas douteux qu'il n'y aura pas d'action dans l'éloignement, fi le corps eft tout feul.

On repliquera, peut-être, que fi la direction que doivent fuivre les deux corps en s'aprochant mutuellement l'un de l'autre, eft indiquée par la ligne droite qui les joints, & que fi outre cela le changement de leur Gravitation dans tous les points de la diftance, eft foumis à une loi certaine, les degrés même de cette Gravitation ne paroiffent pas l'être ; & que les deux corps n'offrent aucune particularité qui puiffe fervir à les déterminer. On ajoutera que la diftance & la gravitation font des grandeurs abfolument hétérogènes, qu'elles n'ont point de raport entre elles qui permette de les comparer immédiatement. C'eft-à-dire, que l'une ne peut jamais

être prise pour la mesure absoluë de l'autre, quoiqu'on puisse exprimer réciproquement leurs changemens les uns par les autres, parce qu'il ne s'agit alors que de proportion. Tout cela prouve que si les deux corps étoient seuls dans la Nature, la force même de la gravitation ne seroit soumise, quant à sa quantité ou à son intensité, à aucune régle précise fondée sur les seules conditions données. Mais ce n'est plus la même chose si nous considérons l'Univers dans son état actuel, & si nous faisons attention à l'harmonie qu'il y a entre toutes ses parties. Les Planetes en circulant autour du Soleil avec une certaine vitesse, font un effort continuel pour s'éloigner de cet Astre : Les Planetes secondaires ou Lunes, font un effort semblable pour s'écarter de leur Planete principale. L'Auteur de la Nature, comme nous l'avons dit plus haut, n'anéantit point ces efforts centrifuges, mais il leur opose une force contraire, la Gravitation avec laquelle ils se mettent en équilibre. Or, c'en est assez pour que cette derniere force reconnoisse des régles qui l'empêchent d'être arbitraire. Il n'a pas fallu la rendre trop grande, pour ne pas précipiter toutes les Planetes dans le Soleil ; ni la rendre trop petite pour ne pas laisser les mêmes Planetes aller se perdre vers les extrêmités de l'Univers en suivant des lignes presque droites : il a fallu enfin que la gravitation fut précisément d'un certain degré, pour que les Orbites devinssent des Ellipses déterminées fort approchantes du cercle & parcouruës dans un certain tems. Tout ce qui résulte de là, c'est que si la Gravitation universelle constitue un principe distinct, ce principe ne tient que le second rang entre ceux de Physique : il n'est pas antérieur à la formation de l'Univers, comme le sont à certains égards les loix du mouvement ou le Méchanisme ordinaire. L'inertie est une suite ou plûtôt une dépendance nécessaire des loix du mouvement : Il n'a été permis de la méconnoître que lorsqu'on ne les a pas

bien connuës. Mais quant au principe de la Gravitation ou de la Pésanteur universelle, son infériorité est incontestable ; puisque dans une de ses premieres circonstances ce principe dépend des dimensions des Orbites Planetaires & de la promptitude de leur révolution.

On voit clairement que c'est par une fausse application du principe *de la raison suffisante*, qu'on prétendoit proscrire la Gravitation universelle. Le principe de la raison suffisante nous paroît hors de doute. Seroit-il possible que quelque chose se fit sans cause, ou sans raison déterminante ? Le principe est donc certain. Mais en vérité, l'instrument entre nos mains est trop délicat, pour que nous soyons toujours sûrs d'en faire un bon usage. Il ne nous est pas donné de prendre un vol assez hardi, pour pouvoir, comme si nous étions au-dessus de tout, considérer les choses d'un point de vûë suffisamment élevé. Il nous faut presque toujours tenir un chemin tout oposé ; remonter le mieux que nous pouvons des effets aux causes, ou nous borner aux seules vérités d'induction.

L'Univers materiel a comme deux modules différens ou deux parametres, auxquels toutes ses particularités se raportent. Tout est déterminé aussi-tôt que les deux paramétres sont fixés ; & l'un des deux pourroit varier à l'infini, pendant que l'autre demeureroit constant ou variroit en sens contraire. En effet, un Univers semblable au nôtre pourroit n'avoir que la grosseur d'un de nos grains de sable, & il pourroit au contraire être porté à un excès de grandeur qui rendît ses grains de sable plus gros que notre Terre ou notre Soleil. Le module du tems pourroit aussi être diminué ou augmenté à l'infini ; tous les siécles, tous les mouvemens périodiques, toutes les vicissitudes s'accompliroient plus ou moins promptement, mais dans un ordre parfaitement semblable. Il ne nous reste plus qu'à ajouter, pour écarter toutes les chicanes d'une Métaphysique trop subtile, que chacun de ces Mondes dont les dimensions seroient différentes & dont

la durée des révolutions feroit auffi plus grande ou plus petite, pourroit fubfifter en même tems que le nôtre. Enfin, on confidérera que tous ces différens plans d'Univers feroient parfaitement équivalens ; puifque l'enchaînement de tous les Phénoménes y feroit le même & les fcènes ordonnées de la même façon. Il ne faut donc pas que le Leibnitien fe hazarde d'appliquer ici fon principe ; car il en tireroit une conféquence ou fauffe ou abfurde : il nous diroit que Dieu n'a pas créé de Monde, ou qu'il en a créé une infinité d'infinités. Je dis une infinité d'infinités, à caufe des deux parametres dont dépend chaque fyftême deMondes, entre ceux qui font femblables.

Au furplus, nous ne chercherons point à nous difculper fi dans les Remarques précédentes, de même que dans les fuivantes, nous avons recours fi fouvent à la puiffance du Créateur, quoique nous ne prétendions pas fortir des limites étroites dans lefquelles nous avons dû nous renfermer. Lorfqu'il s'agit d'un fait particulier, on auroit tort de ne pas le raporter aux caufes Phyfiques dont il dépend, ou à l'ordre qu'on fçait qu'il y a entre toutes les caufes fecondes. C'eft la grande élafticité de la flamme conçûë dans un petit efpace, qui fait, par exemple, que le boulet eft chaffé du canon avec tant de force, & que le boulet va fraper un mur qu'il renverfe. Tout cela doit s'expliquer par les feules loix du Méchanifme étendu à tout ce qu'il comprend ; & c'eft la même chofe, lorfque le vent déracine un arbre, ou que le Tonnere détruit un édifice fur lequel il tombe. Mais qu'on remarque qu'il faut bien recourir à l'autorité de l'Ordonnateur de toutes chofes, lorfqu'on entreprend de fonder la Phyfique ou de penetrer jufqu'à la premiere fource de fes principes. La Philofophie devient alors néceffairement une efpéce de Théologie : Elle le devient, auffi-tôt qu'on eft convaincu que les loix qui compofent le Méchanifme font effectivement

des loix, & qu'on ne donne pas dans la pensée si absurde, de les regarder comme des suites nécessaires des propriétés Géométriques de l'étenduë.

Des Principes de Physique qu'on pourroit substituer aux Attractions.

(3) QUELQUES solutions qu'on donne aux objections qu'on fait ordinairement contre les Attractions, on ne prouve tout au plus que la possibilité de ces sortes de forces, & on ne prouve pas qu'elles ayent effectivement lieu. Ce sont les experiences & les Phénoménes qui doivent nous apprendre le reste. Mais il faut éviter en cela un équivoque qui fait prendre le change à bien des gens. Les Phénomenes nous indiquent la Gravitation universelle, mais ils ne nous l'indiquent que comme un fait que les Cartésiens même doivent admettre. C'est ce qu'il faut bien remarquer. Car il ne suit pas de là que l'Attraction ou la gravitation universelle forme un principe indépendant & distinct, qui fasse partie du Méchanisme, en tenant un certain rang entre les autres loix de la Nature. Pour s'assurer donc d'une maniere infaillible de la vérité du principe, il faut, comme l'ont reconnu nos trois Interlocuteurs pouvoir se démontrer clairement à soi-même que la plûpart des Phénoménes sont absolument inexplicables par des moyens plus simples. Ce n'est qu'à ce prix, nous le repetons, qu'on peut acquerir le droit de reconnoître de nouvelles loix ; & peut-être même que M. Newton n'est pas allé tout à fait si loin. Nous voyons que dans une des Questions qui est à la fin de son Optique dans la 21e., il fait mention d'un fluide répandu par tout, qui étant plus dense au dehors du Soleil & des Planetes qu'à leur surface, pourroit être la cause de la pésanteur. Ce grand

Homme parle auſſi de l'effort continuel que pourroient faire les parties de l'éther pour s'éloigner réciproquement les unes des autres. Supoſé néanmoins qu'on pût expliquer par ces moyens les difficultés de Phyſique qui ont embarraſſé les Cartéſiens, ce ſeroit toujours introduire de nouveaux principes dans le Méchaniſme, puiſque ceux qu'on propoſe ne naiſſent pas de la ſeule combinaiſon des loix du mouvement.

Nous devons auſſi à M. Varignon une hypotheſe fort ingénieuſe qu'il donna en 1690, pour expliquer la péſanteur. Cette hypotheſe qui ſort un peu du Méchaniſme ordinaire, n'eſt pas d'une application aſſez heureuſe lorſqu'il s'agit des corps terreſtres. L'Auteur, dont la marche étoit ordinairement ſi sûre, ne s'eſt pas garanti de toute faute de Géométrie en diſcutant ſon ſujet. Mais ce qui nous paroît très-digne de remarque, c'eſt que ſon hypothéſe réüſſit parfaitement bien, lorſqu'on l'aplique aux Phénoménes de la Gravitation univerſelle dont nous voyons des effets continuels dans le Ciel. M. Varignon, à qui tout cet uſage ne s'eſt pas montré, ſupoſe que l'Univers eſt plein d'une infinité de corpuſcules qui ſe meuvent avec une extrême rapidité en toutes ſortes de ſens. Il n'éſt pas néceſſaire que ces corpuſcules forment un fluide, ils peuvent être détachés les uns des autres, à peu près comme la plûpart des Newtoniens, ſupoſent que les petits corpuſcules qui conſtituent les rayons de lumiere ſont iſolés. Ces corpuſcules doivent être très-petits, & ils doivent en même tems ſe mouvoir avec une extrême rapidité : car il faut que la viteſſe des Planetes ſoit comme nulle à l'égard de celle qu'ils ont. L'énorme promptitude de leur mouvement eſt cauſe qu'ils frapent une Planete de tous les côtés avec une force qui eſt la même : La viteſſe de la Planete n'ajoute rien à la grandeur de l'impulſion d'un côté, ni ne retranche rien non plus de l'impulſion du coté opoſé.

En tout cas, ſi les deux impulſions n'étoient pas par-

faitement égales, la Planete éprouveroit quelque résistance en continuant son cours; elle perdroit peu à peu de son mouvement, & la gravitation se trouvant trop forte, la Planete iroit insensiblement en s'aprochant du Soleil, dans lequel elle tomberoit à la fin, après avoir fait un grand nombre de révolutions. Rien ne nous assure que les Planetes ne soient pas effectivement sujetes à ce progrès lent vers le centre de leur période. Ce n'est que l'observation des diamétres du Soleil qui puisse nous aprendre que nous ne changeons point de distance par raport à cet Astre, qui nous paroitroit plus grand si nous nous en aprochions d'année en année. Mais il n'y a pas assez long-tems qu'on mesure les petites grandeurs célestes, avec une certaine exactitude, pour que nous ayons des observations à oposer à ce péril dont la Terre est menacée, de même que toutes les autres Planetes qui composent le systême Solaire.

Au lieu de porter la vûë si loin, considerons la Lune dont nous sçavons l'éloignement à la Terre. Cette Planete secondaire doit être frapée de tous les côtés par les corpuscules de M. Varignon; mais cependant elle sera un peu à couvert de l'impulsion par dessous; puisque la Terre la garantira d'une infinité de chocs. Ainsi la Lune moins poussée par en bas que par en haut, tendra à tomber sur la Terre, & elle y tomberoit effectivement si la vitesse de ses révolutions ne lui faisoit acquerir une force centrifuge qui la soutient. Notre célébre Académicien n'avoit pas fait attention à la force centrifuge; il avoit crû qu'il y avoit un point de repos où les impulsions étoient exactement égales; & qu'un peu au-dessus & au-dessous de ce point, le Grave, n'étoit point encore exposé à tomber, à cause de la résistance du milieu. Il n'osoit pas regarder jusqu'aux extrêmités de l'Univers, qui sont comme infiniment éloignées: Il se consideroit comme à l'étroit sous une espéce de voute. Son systême perdoit à n'être pas développé davantage,

& il l'embarrassoit sans nul besoin, en lui ôtant de la simplicité qu'il a naturellement. L'espace de repos ne servoit qu'à loger tout au plus les boulets de canon que le P. Mersenne & M. Petit avoient tirés en haut & qu'ils n'avoient pas vû retomber. * Mais les corpuscules agités, comme nous venons de l'exposer, donneront à toutes les Planetes principales de la pésanteur vers le Soleil, à cause de la grosseur énorme de cet Astre. Les Satellites auront de la pésanteur vers les Planetes auxquelles elles apartiennent ; & outre cela toutes ces Planetes (les plus grosses au moins) modifieront ou troubleront un peu leur mouvement, par une espéce d'action réciproque, ou pour mieux dire, parce qu'elles se mettront mutuellement à couvert du choc des corpuscules, lorsqu'elles passeront à une certaine distance les unes des autres. Tout se passera comme dans le Monde Newtonien.

* Voyez le second Tome des Lettres de M. Descartes de l'Edition de 1724. Lettre IV.

Je me contenterai de démontrer la proposition fondamentale de cette Théorie : La forme de cet Ouvrage ne me permet rien de plus. Je ferai voir qu'en suposant des corpuscules qui se meuvent en toutes sortes de sens, un grain de matiere placé en A, (*fig.* 1. *) il n'importe à quelle distance du globe BED, éprouveroit une pésanteur vers ce globe, qui seroit précisément en raison inverse du quarré de la distance AC au centre du globe. Le grain de matiere A seroit également poussé de tous les côtés, s'il n'étoit en quelque sorte à l'abri par le voisinage du globe BED. Recevant une infinité de chocs de toutes parts, il faut excepter le cone ou secteur sphérique FAG qui ne contient aucun corpuscule qui contribue à l'impulsion, parce qu'ils sont tous de ce côté-là arrêtés par le globe. Ainsi, la pésanteur du grain de matiere A doit être exprimée par les chocs que font les corpuscules contenus dans le secteur ou dans le cone égal & oposé par le sommet au cone FAG. Sans nous donner la peine de tracer cet autre cone, nous n'avons qu'à

qu'à conſidérer celui FAG dans lequel ſont contenus les corpuſcules, qui faute de fraper, donnent lieu à la péſanteur. Ses côtés AF & AG, ſont comme les rayons ou ſemi-diametres de l'Univers : Car nous pouvons ſupoſer que le grain A de matiere en occupe le centre. Il ſuit de là que la multitude des corpuſcules que nous avons à conſidérer, ou que leur force abſoluë peut être repreſentée par la portion de ſurface ſphérique GPF dont on peut ſupoſer qu'ils partent. Ii repréſentera par la même raiſon tous les corpuſcules qui partiront de l'eſpace Ii ou la force totale dont ils ſeront capables : Mais comme ces corpuſcules ſuivent des directions obliques par raport à l'axe PA du ſecteur, ils ne contribueront pas tant à augmenter la péſanteur que d'autres. C'eſt pourquoi il faut décompoſer leur mouvement.

La partie de leur effort qui ſera efficace, ne ſera repreſentée que par IL ou M*m*, à cauſe de la proportion IK | KA || Ii | IL, qui marque le raport ſelon lequel ſe fait la décompoſition. On trouvera de la même maniere que tous les autres efforts efficaces ſeront repréſentés par les parties correſpondantes de FG, interceptées par des perpendiculaires abaiſſées de la ſurface ſphérique ſur FG. Il ſuivra de là que pendant que les efforts abſolus ſeront repréſentés par la ſurface ſphérique entiere dont FPG eſt la largeur, les efforts relatifs qui cauſent la péſanteur le ſeront par l'aire du cercle dont FG eſt le diametre ou par la baſe du cone FAG. Or, il ne reſte plus qu'à remarquer après cela que le rayon FH de ce cercle eſt toujours en raiſon inverſe de la diſtance CA du grain de matiere A au centre du globe. Car on a continuellement la proportion CA | CB || AF | FH, ce qui donne $FH = \frac{CB \times AF}{CA}$; expreſſion de FH dans laquelle CB & AF ſont conſtantes ; CB, tant qu'on conſidére le même globe, & AF, parce que le corpuſcule A eſt toujours ſitué comme au milieu de l'Univers. Ainſi,

le quarré de FH ou l'étenduë du cercle qui marque la ſomme de tous les efforts relatifs efficaces, ſuit conſtamment la raiſon inverſe du quarré des diſtances CA. Supoſé que le globe BED donnât paſſage à quelques-uns des corpuſcules qui cauſent la péſanteur, cette force ne ſuivroit plus exactement la même loi, & elle pourroit auſſi changer, ſi l'on ſubſtituoit à la place du grain de matiere A un corps de grandeur finie. Cependant dans les très-grandes diſtances la raiſon inverſe du quarré ſera toujours ſenſiblement obſervée. On peut s'en aſſurer d'autant plus aiſément que le calcul ſera direct : Il ne s'agira que d'intégrer, & on pourra au moins y réüſſir toujours par aproximation.

Mais outre que ce ſyſtême ne repreſente pas bien les circonſtances de la péſanteur à l'égard des corps terreſtres, comme nous aurons occaſion de le montrer, peut-être que les Cartéſiens ne ſeroient pas plus diſpoſés à le recevoir que le Newtoniſme même. Ces corpuſcules mûs en lignes droites, juſqu'où vont-ils, & comment reviennent-ils en rebrouſſant chemin ? Se meuvent-ils dans le vuide, ou dans un milieu qui n'a point d'inertie & qui ne fait pas de réſiſtance ? Supoſé qu'un Sectateur de M. Deſcartes digerât ces difficultés, qu'il reconnût de la matiere différemment affectée, rien ne lui coûteroit de faire quelques pas de plus. Mais enfin les corpuſcules dont l'hypotheſe paroît avoir beſoin, ſont-ils abſolument néceſſaires ; & la poſſibilité de leur exiſtence & de leur action, ne pourroit-elle pas, quoiqu'ils n'exiſtaſſent point, ſervir de régle à la péſanteur ? Je veux dire que rien n'empêcheroit que la gravité n'eût été ſoumiſe aux mêmes loix que ſi elle dépendoit du choc de ces corpuſcules ou de quelques autres, quoi qu'elle conſtituât un principe à part ajouté au Méchaniſme.

De l'insuffisance du Méchanisme ordinaire pour causer la dureté des corps.

(4) IL n'est besoin que d'une médiocre attention pour se convaincre que les loix du mouvement apliquées toutes seules à de l'étenduë ou à de la matiere diversement configurée, quoique simple, ne peuvent pas donner à certains corps la dureté que nous leur éprouvons. Les Physiciens qui employoient des parties élémentaires branchuës ou crochuës, afin d'en former des tissus ou des entrelassemens, suposoient précisément ce qui étoit en question. M. Jacques Bernoulli & le P. Malebranche, sont les seuls qui nous ayent donné sur ce sujet une explication un peu plausible. Ils ont eu recours à l'action d'un fluide extérieur très-comprimé, qui pousse les molécules de matiere les unes contre les autres; en les pressant avec d'autant plus de force, que ces molécules se touchent par une plus grande surface.

Si le corps dur n'avoit point de pores, ou que toutes les parties élémentaires dont il est formé se touchassent si parfaitement qu'elles ne laissassent aucun vuide, ce corps devroit être d'une dureté comme infinie, puisqu'il n'y auroit rien de perdu dans l'effort du fluide ambiant ou de l'éther qui a une si grande force comprimante. Lorsque deux icosaëdres égaux ont un de leurs triangles apuyé l'un sur l'autre, il y a une partie de l'effort du fluide ambiant qui s'exerce en pure perte, & qui pousse en dehors. Mais ce n'est pas la même chose, lorsque tous les grains de matiere qui composent le corps solide s'arrangent parfaitement; rien n'est perdu dans l'action du fluide environnant. Nous osons néanmoins le dire, malgré la grande autorité des célébres Promoteurs de cette explication, qui a été presque généralement adoptée, & que nous avons aussi regardé pendant long-tems

comme ſuffiſante ; un pareil corps ſeroit parfaitement mol & cederoit au plus petit effort qui travailleroit à altérer ſa figure. Qu'on donne à une certaine quantité de matiere la forme d'une ſphère ou celle d'un cube, &c. la compreſſion qui s'exercera ſur chaque portion de ſa ſurface, ſera toujours également en équilibre avec la preſſion qui ſe fera ſur toutes les autres parties. Toutes les figures ſeront abſolument indifférentes : L'équilibre ſera toujours le même. C'eſt précisément comme ſi nous diſions que le poids de l'atmoſphere ne contribue en rien à la rondeur des gouttes d'eau ou des autres liqueurs. Ainſi, le moindre effort qui ſurviendra d'un côté ou d'autre, doit néceſſairement troubler l'équilibre & produire du dérangement, ſi rien autre choſe n'unit les parties intégrantes du ſolide.

Il ſuffit d'indiquer ici la raiſon de l'équilibre dont dépend le *non effet* de la compreſſion de l'éther. La matiere contenuë dans l'eſpace irrégulier ABCD (*fig* 2*) eſt comprimée avec force par un fluide ambiant, très-élaſtique, très-comprimé lui-même. Le corps ABCD ſera un corps ſenſible, ou, ſi l'on veut, un ſimple grain de matiere, un corpuſcule, une partie élementaire. Quoique la face AB ſoit beaucoup plus petite que la face AD, cependant les preſſions qu'elles ſouffrent, ſont exactement en équilibre l'une avec l'autre ; & c'eſt la même choſe de toutes les autres faces. Je joins les points B & D par la droite BD, & du point A j'abaiſſe la perpendiculaire AE ſur cette ligne. Partageant enſuite par la penſée le côté AD en une infinité de parties égales comme F*f*, je conduis des paralleles FG & *fg* à DB, leſquelles viendront diviſer AB en parties auſſi égales entr'elles. Je ſupoſe après cela que l'effort de la compreſſion ſur chaque petite partie eſt repréſenté par la grandeur même de cette partie ; l'effort ſur F*f* ſera exprimé par F*f*, on dira la même choſe de G*g* ; & ſi en décompoſant ces efforts, on recherche la force rela-

tive qui s'exerce perpendiculairement à AE, on trouvera qu'elle eſt toujours repréſentée par les petites parties L*l* qui ſont interceptées ſur A*e* par les lignes FG & *fg*. Or, il ſuit de là que les deux efforts abſolus ſur les côtés entiers AB & AD ſont exactement en équilibre, puiſqu'ils n'ont à s'opoſer mutuellement que des forces rélatives toujours égales. Le même raiſonnement aura lieu à l'égard des autres côtés, & l'équilibre étant parfait, ou toutes les compreſſions particulieres ſe contrebalançant, il eſt clair que le plus petit effort accidentel qui ſurviendra fera, pour ainſi dire, pancher la balance, & aportera du changement à la figure; la compreſſion du fluide ambiant ne s'y opoſera jamais.

Si au lieu de n'employer que la ſeule preſſion extérieure pour former les corps durs, on ſupoſe de plus que leurs élémens ont une figure déterminée & conſtante, il n'y aura plus de difficulté; les mixtes & les corps ſenſibles pourront être capables d'une très-grande réſiſtance. Deux grains de matiere ſont durs par eux-mêmes, & ils s'apuyent en partie l'un ſur l'autre, preſſés qu'ils ſont par l'éther ou par quelque autre fluide ambiant. Si les faces contiguës ont une certaine longueur, la compreſſion extérieure agira ſouvent, comme une puiſſance apliquée à un levier, pour s'opoſer au dérangement; & il n'eſt pas moins certain ſi un mixte eſt compoſé d'un grand nombre de ſemblables molécules, qu'outre l'engrainement qu'il y aura entre pluſieurs d'entr'elles, on reſſentira toujours cette force de levier dont nous parlons.

Mais qu'on conſidére combien de différentes ſupoſitions on emploie pour rendre raiſon du Phénoméne: & cela pour ne pas admettre la gravitation univerſelle des parties de matiere les unes vers les autres, comme on l'a expoſé dans la remarque, num. (2) & comme Théodore l'avoit expliqué! La compreſſion que fait le fluide ambiant eſt déja quelque choſe d'ajouté au pur Mécha-

nifme, ou au Méchanifme ordinaire. C'eft un principe de plus qui n'eft pas compris dans les loix du mouvement. Ce n'eft pas affez que ce fluide foit élaftique par lui-même, il faut encore une force extérieure qui le preffe par dehors & qui l'empêche de s'étendre en le contenant toujours dans certaines limites. Une autre addition bien plus forte & bien plus humiliante pour ceux qui prétendent tout expliquer par les feuls principes Cartéfiens, c'eft que les parties élémentaires ont une figure conftante; & on ne peut en affigner d'autre caufe que la volonté du Créateur. Il nous paroît au refte, qu'on ne fçauroit douter un moment de cette figure fixe qu'ont les grains de matiere qui entrent dans la compofition des corps terreftres. Ces grains ont été comptés par celui qui fçait le nombre des grains de fable : & il lui a été auffi facile de leur prefcrire une figure déterminée que de leur donner de l'inertie, ou de les foumettre aux loix du mouvement. L'Ordonnateur de toutes chofes a même voulu que toutes ces différentes loix fe modifiaffent : car le grain de matiere participe au mouvement, dans le tems même qu'il n'y a qu'une de fes extrêmités qui eft expofée au choc & qui feroit mûë fi une loi ne fe combinoit pas avec l'autre, ou plûtôt ne la modifioit pas. Le célébre M. Leibnitz, s'écrie en vain que la loi de la continuïté fera violée, fi des parties de matiere qui font dures fe trouvent à côté de quelques autres qui n'ayant point été affectées, font parfaitement molles. La loi de la continuïté eft-elle mieux obfervée, lorfqu'un globe roule fur un plan, ou que de la matiere en mouvement fe trouve à côté de quelque corps en repos? il faut porter le même jugement fur ce principe que fur celui de la raifon fuffifante : On courra toujours moins rifque de fe tromper fur la convenance ou la non convenance des chofes, lorfqu'on n'en jugera que d'après les Phénomenes.

Nous ignorerons vraifemblablement toujours le nom-

bre des différentes espéces de parties primordiales ou élémentaires que la Nature employe dans ses Ouvrages. Thalès, qui prétendoit que l'eau étoit le principe de toutes choses, qu'elle suffisoit par le divers arrangement de ses parties pour composer tous les mixtes, les corps solides comme les fluides, se trompoit sans doute. Ce Philosophe avoit suivi avec attention toutes les transformations de l'eau, lorsqu'elle tombe en pluye, lorsqu'elle contribue à la germination des Plantes & à leur production, lorsque les Plantes servent à la nourriture des Animaux, &c. Mais est-il bien sûr que l'eau soit propre à former de l'or & du fer, ou seulement de l'air tel que celui que nous respirons. Il faut nécessairement plus d'une espéce de corpuscules ; il en faut de grosseurs & de figures différentes ; il en faut aussi dont l'action suive diverses loix : mais il n'est pas nécessaire que cette diversité soit portée bien loin, pour qu'il en résulte une multitude prodigieuse de différentes combinaisons, & pour que les corps solides joüissent de toutes les propriétés qu'on leur connoît.

Sur la résistance des Milieux au Mouvement.

(5) ON peut appliquer à un sujet tout différent, au mouvement des corps dans le plein, une partie des choses que nous venons d'exposer. Les réfléxions que nous allons faire sur ce point qui est un des plus important de la Physique, se raportent à divers endroits du premier Entretien : Nous les plaçons ici, non pas tant pour nous conformer à l'ordre que nous avons suivi dans l'Ouvrage même, que pour observer quelque ordre dans ces Additions ; celle-ci pouvant répandre un nouveau jour sur les suivantes. Quelques Cartésiens qui ont senti combien il seroit de conséquence pour leur systême, qu'un Milieu parfaitement plein ré-

ſiſtât peu au mouvement, ont prétendu que les Milieux qui renfermoient de petits vuides, devoient reſiſter le plus; mais que dans le plein univerſel, dans un fluide infiniment élaſtique & encore plus comprimé, la réſiſtance pouvoit devenir abſolument nulle. Il nous a paru que nous devions, en diſſipant l'obſcurité qu'on a jettée mal à propos ſur ce ſujet, faire voir combien la prétention de ces Philoſophes eſt peu fondée dans leurs principes.

I.

On peut ſe former tant de différentes idées ſur la nature des fluides, qu'il eſt bon de commencer par fixer nos termes, afin de ne pas tomber, ſans y penſer, dans l'inconvenient de mettre de l'opoſition entr'eux. Lorſqu'on veut entrer dans la penſée des Cartéſiens, il ne s'agit toujours que de Milieux parfaitement homogènes & également aſſujettis aux loix de l'inertie & du mouvement. Mais, ſuppoſons que le Milieu ne ſoit point encore ſoumis à ces loix, ſuppoſons qu'il n'eſt point affecté & qu'il differe en cela du mobile : ſes parties perdent leur mouvement auſſi-tôt qu'on les laiſſe à elles-mêmes; & leur état ordinaire eſt le repos dans lequel elles retombent, auſſi-tôt qu'on ceſſe de les pouſſer. Il eſt certain qu'un Milieu formé de ſemblables parties doit être infiniment fluide, car il eſt parfaitement mou; il n'admet aucun frotement, il céde ſa place ſans la moindre peine, & il ne peut donc pas faire le plus petit obſtacle au mouvement des corps qui le traverſent. Telle eſt la notion d'un Milieu infiniment fluide dont nous croyons l'exiſtence très-poſſible. Ce milieu ſera ſujet, ſi on le veut, à une compreſſion extérieure qui ſera infinie, & on peut donner encore une certaine ſorte d'élaſticité à ſes parties, en ſupoſant qu'elles font un très-grand effort pour s'éloigner les unes des autres : tout cela ne changera

gera rien à la Thèse. Les mobiles qui seront renfermés dans ce Milieu, se trouveront très-pressés; mais comme nous l'avons montré dans les remarques précédentes, il y aura un parfait équilibre entre toutes les pressions particulieres; & par la même raison qu'elles ne sont nullement capables d'altérer la figure du mobile, elles ne pourront aussi faire aucune résistance à son mouvement.

On peut en effet comparer le mobile comprimé infiniment, mais également de tous les côtés, à un bateau qui pendant qu'il céde à un leger souffle de vent, seroit tiré par une infinité de personnes selon une certaine direction & par un égal nombre d'autres personnes dans une direction toute contraire. Leurs efforts se détruiroient mutuellement; & la navigation du bateau se feroit précisément, comme si tout ce monde n'agissoit pas. Il ne faut aussi avoir aucun égard aux diverses pressions auxquelles le mobile est sujet; puisqu'elles sont toutes égales. Le mobile oblige, il est vrai, les molécules du Milieu qu'il rencontre à se retirer & à faire une espece de circulation; mais ces molécules n'étant point soumises à la loi de l'inertie & étant absolument indifférentes au mouvement & au repos, leur transport ne peut causer aucune diminution au mouvement du corps solide. Il n'importe même que les molécules du fluide fassent effort pour s'éloigner les unes des autres & qu'elles ayent une espece de force élastique; car comme aucune d'entr'elles ne peut servir de point d'appuy, elles doivent au lieu de se laisser presser, se retirer plûtôt avec promptitude, en faisant place au mobile.

II.

Mais, raprochons-nous maintenant de l'hypothése des Cartésiens, qui, comme on le sçait, & c'est même ce qui les distingue des autres Physiciens, n'admettent aucune exception dans la maniere dont les corps sont af-

fectés. Ces Philoſophes croiroient effectivement accorder beaucoup trop, s'ils convenoient que les loix du mouvement n'étendent leur régne que ſur une partie de la matiere, & qu'il y a quelque diſtinction à mettre à cet égard entre corpuſcules & corpuſcules. Supposons donc que le Milieu eſt parfaitement homogène, de même denſité que tous les autres corps; & qu'il peut non-ſeulement recevoir du mouvement, mais le conſerver & le communiquer. Alors, il n'y aura plus de Milieu parfaitement fluide, ſi par fluidité on entend la propriété de ſe laiſſer traverſer ſans faire aucune réſiſtance. On peut bien réduire à rien l'obſtacle qui vient de l'engrainement des molécules ou de leur ténacité; mais il reſtera toujours la réſiſtance que cauſe l'inertie ou la difficulté que font en ſe retirant des parties qui ne ſe laiſſent tranſporter qu'avec peine. Qu'on imagine tant qu'on voudra dans le fluide des molécules prodigieuſement plus déliées ou plus fines les unes que les autres, & qu'on ſupoſe que pendant que les plus groſſieres ſe raprochent mutuellement, les autres s'échapent par l'effet de la compreſſion. Cette compreſſion exige un effort de même que la fuite des parties plus ſubtiles, qui ſe débarraſſent d'entre les premieres. Groſſes ou petites, il faut toujours conſiderer leur maſſe totale; & elles forment enſemble un tout qui contient autant de matiere que le mobile, lorſque ce corps qu'on peut ſupoſer un cilindre, a parcouru la longueur de ſon axe. Ainſi, les Sectateurs de M. Deſcartes, tombent dans une contradiction manifeſte, lorſqu'ils perſiſtent d'un côté à ſe renfermer dans l'enceinte trop étroite de leurs principes, & que de l'autre ils ont recours à des Milieux infiniment fluides: Leur ſyſtême eſt trop ſimple, pour fournir de tels Milieux.

Nous convenons bien que le mobile n'agit pas contre le fluide comme contre un corps ſolide; il ne rencontre dans chaque inſtant qu'une ſimple lame, laquelle n'a qu'une épaiſſeur qui eſt comme infiniment petite lorſque

le Milieu a ſes parties très-déliées. Mais on doit faire attention que la réſiſtance n'en devient pas moindre pour cela, comme on l'a crû ſouvent, & comme le croyent encore pluſieurs perſonnes qui ſe laiſſent ſéduire par un Sophiſme. Si les molécules du fluide ont leur diamétre trois ou quatre fois plus petit, ſi l'épaiſſeur des lames eſt conſidérablement moindre, il y aura auſſi un plus grand nombre de ces lames dans le même eſpace; ce qui repéte la réſiſtance autant de fois préciſément qu'elle eſt plus petite, & ce qui fait une exacte compenſation dans l'effet total.

On eſt tout auſſi peu en droit d'inſiſter ſur le peu de dérangement que ſouffrent les molécules qui cédent leur place. Nous n'avons garde de prétendre, lorſqu'un cilindre qui a un pied de longueur, ſuit la direction de ſon axe, qu'il faut que chaque partie frapée faſſe toute cette longueur, pendant que le ſolide ne parcourt que la petite épaiſſeur qu'occupoit la lame. Mais malgré le très-petit dérangement auquel chaque molécule eſt ſujette, il faut cependant qu'elle ſe retire auſſi vîte que le cilindre avance. Ainſi, toutes les lames conſidérées les unes après les autres doivent prendre une très-grande viteſſe, & faire perdre par conſéquent beaucoup de mouvement au mobile, dans le tems même qu'il ne parcourt que ſa longueur. Si le cilindre agiſſoit contre un ſolide ſans reſſort, il perdroit préciſément la moitié de ſon mouvement; mais il doit en perdre davantage par le détail, en agiſſant ſucceſſivement contre les tranches du fluide. La raiſon de cette différence eſt bien ſenſible. Le cilindre ne communique pas ſimplement la moitié de ſa viteſſe à chacune des tranches, il leur imprime toute celle qu'il a actuellement ou preſque toute; à cauſe du peu de proportion qu'il y a entre leur maſſe & la ſienne.

C'eſt une affaire de calcul que d'évaluer la perte préciſe du mouvement du cilindre; mais il eſt extrême-

ment facile d'en venir à bout. Si nous repréſentons les viteſſes du mobile par les ordonnées *v* d'une ligne courbe, & que les parties de l'axe de cette même courbe ou abſciſſes *x* ſoient les eſpaces parcourus, les parties infiniment petites *dx* repréſenteront l'épaiſſeur des lames du fluide qui ſeront continuellement déplacées. Le mouvement que reçoit chacune de ces lames ſera exprimé par le petit rectangle élementaire *vdx* formé par l'ordonnée ou la viteſſe *v* du corps & par l'épaiſſeur infiniment petite *dx* de la lame dont l'unité marquera la ſurface. Or, ce mouvement que reçoit chaque lame, doit être continuellement égal à celui que perd le cilindre, perte qui eſt repréſentée par le produit de *dv*, par la longueur *a* du ſolide & par l'unité qui déſigne la grandeur de ſa baſe. Nous aurons donc dans tous les inſtans du mouvement, $vdx = - adv$ & $dx = - \frac{adv}{v}$; ce qui nous aprend que la ligne courbe dont les ordonnées marquent les viteſſes actuelles, eſt une logarithmique, qui a pour ſoûtangente la longueur du cilindre; & ſi nous nommons *b* la viteſſe initiale, nous aurons $x = Lb - Lv$: C'eſt-à-dire, que les eſpaces parcourus dans un Milieu qui eſt auſſi fluide qu'il eſt poſſible, lorſqu'on n'ajoute rien aux principes de M. Deſcartes, ſont continuellement proportionnels à l'excès du logarithme de la viteſſe initiale ſur le logarithme de la viteſſe actuelle.

La ſoutangente de la logarithmique dont nos tables ordinaires ſont comme tirées, eſt 4342945. & ſi l'on ſupoſe que l'eſpace *x* parcouru par le cilindre eſt de même longueur que ce ſolide, ou d'une longueur double, il n'y a qu'à chercher dans les tables deux nombres dont la différence des logarithmes ſoit égale à 4342945, ou en ſoit le double: Ces nombres exprimeront le raport ſelon lequel doit ſe faire la diminution. On trouvera qu'elle ſuit à peu près le raport de 1000 à 368 dans le

premier cas, & celui de 1000 à 135 dans le ſecond. Ainſi, le cilindre doit preſque perdre les deux tiers de ſon mouvement en parcourant ſeulement ſa longueur, & environ les cinq ſixiémes en parcourant une longueur double. Il faut remarquer qu'il en perdroit beaucoup davantage, ſi on ſupoſoit que les molécules du fluide euſſent du reſſort : Leur action ou l'effet de leur réſiſtance pourroit devenir double ; parce que leur reſſort trouveroit un appui dans la lenteur avec laquelle elles ſe retirent.

Il ne ſeroit pas difficile de faire voir qu'un globe eſt ſujet en parcourant les $\frac{4}{3}$ de ſon diamétre, à ſouffrir proportionellement les mêmes diminutions de mouvement que le cilindre, en parcourant ſa longueur. Si le globe a ſon diamétre égal à celui du cilindre, il rencontre bien la même quantité de fluide, mais il en rencontre la plus grande partie plus obliquement ; ce qui diminuë la réſiſtance préciſément de moitié. D'un autre côté, le globe a moins de maſſe que le cilindre qui lui ſeroit circonſcrit ; ainſi il a moins de mouvement, quoiqu'il ſe meuve avec la même viteſſe. C'eſt ce qui fait une eſpéce de compenſation, mais elle n'eſt pas exacte ; & l'avantage eſt du côté du globe, parce que ſa maſſe eſt plus grande à proportion ; elle eſt les deux tiers de celle du cilindre. Eu égard à tout, il faut que le globe parcoure $\frac{4}{3}$ de ſon diamétre, ou un diamétre & un tiers pour que ſon mouvement diminuë dans le raport de 1000 à 368, & qu'il parcoure $\frac{8}{3}$ ou deux diamétres & deux tiers pour que ſon mouvement diminuë dans le raport de 1000 à 135. Il s'agit ici de pertes réelles ou effectives, & non pas de celles que ſouffriroit le corps s'il pouvoit ſe mouvoir uniformément, comme l'a quelquefois ſuppoſé M. Newton.

Nous pourrions ſans doute nous diſpenſer de faire obſerver que la conſtitution ordinaire de nos mobiles, qui ſont tout criblés de trous ou de pores, n'ôte rien de la validité des conſéquences fâcheuſes qu'on doit tirer

des aſſertions précédentes contre le ſentiment des Cartéſiens. Au lieu de conſidérer le ſolide entier, il n'y a qu'à jetter ſucceſſivement les yeux ſur toutes ſes parties élementaires, & on leur appliquera ſéparément tout ce que nous venons de dire du cilindre, ou du globe ou de tout autre corps ſenſible. Or, ſi chaque partie doit ſouffrir une diminution ſi ſubite dans ſa viteſſe, ce ſera la même choſe à l'égard du mobile entier qui en ſera formé. Tout ce qu'on peut nous objecter de plus fort, c'eſt qu'un ſeul grain de matiere peut ſouvent en mettre pluſieurs & même une infinité comme à l'abri de l'impulſion ou de la réſiſtance du Milieu. Mais dans ce cas, il faut regarder la partie du fluide qui ſe trouve engagé entre ces corpuſcules, comme ſi elle apartenoit au ſolide même : & alors le premier corpuſcule devient comme l'extrêmité d'un cilindre très menu, mais dont la viteſſe doit également diminuer dans le raport de 1000 à 368, lorſque le mobile parcourt ſa longueur ou quelqu'autre eſpace toujours très-court.

III.

Nous avons ſupoſé juſques ici que les parties du fluide étoient parfaitement en repos les unes auprès des autres : Il nous faut voir maintenant le changement que peut produire l'agitation de ces mêmes parties. Il eſt bien difficile de concevoir ce mouvement dans le plein, & dans un Milieu parfaitement homogène, tant qu'il n'y a pas de cauſe qui renouvelle continuellement l'agitation. Comment ſe pourroit-il faire en effet que des molécules qui ſe touchaſſent parfaitement & qui ne peuvent avancer ſans en rencontrer d'autres qui ſe meuvent en ſens contraire, conſervaſſent leur viteſſe un ſeul inſtant? Il ne paroît donc pas trop permis de ſupoſer dans l'Univers Cartéſien, que toutes les parties d'un Milieu homogène & parfaitement plein, ayent en conſéquence d'une

premiere impulsion, des mouvemens qui subsistent vers différens côtés. Mais nous voulons bien pousser la condescendance jusqu'à admettre cette hypothèse : Car nous devons nous prêter à tout, afin de juger des choses plus murement, & de ne pas précipiter nos décisions.

Si un corps solide étoit en repos dans un Milieu tel que celui que nous consentons à feindre, il persévéreroit éternellement à rester en repos, puisqu'il seroit également frapé de tous les côtés : mais s'il se meut, il ne sera plus atteint avec la même vitesse par derriere ; & ce sera tout le contraire de l'autre côté. Car en poussant les parties du fluide qu'il trouve sur son passage, il donnera non-seulement une nouvelle action à leur ressort si elles sont élastiques ; il faudra encore qu'il détruise tout leur mouvement, & qu'il leur en imprime un autre, en leur faisant rebrousser chemin. Lorsque le fluide étoit en repos, le mobile en parcourant sa longueur n'avoit à mouvoir qu'une masse de même volume que lui ; mais il doit maintenant rencontrer dans le même-tems une masse beaucoup plus grande, dont il faut nécessairement qu'il détruise tout le mouvement ; sçavoir de tout ce fluide qui le vient fraper. Il est donc visible que le mobile doit souffrir un retardement incomparablement plus grand dans ce second cas que dans l'autre.

C'est aussi ce que nous allons trouver par un calcul très-court, & que nous rendrons encore plus simple, en suposant que tout le mouvement du fluide se réduit à deux directions contraires. Toutes les parties du Milieu confonduës autant qu'elles puissent l'être, suivront l'une ou l'autre de ces deux directions oposées. S'il est vrai que le mouvement de fluidité soit avantageux à la cause des Cartésiens, nous le rendrons de cette sorte encore plus favorable, puisque nous l'augmenterons dans le sens selon lequel nous ferons mouvoir notre mobile. Nous désignons par V la vitesse des corpuscules du Milieu, & par v celle du cilindre, que nous suposerons plus petite que

l'autre. Nous nommerons toujours a la longueur du cilindre & x les espaces qu'il parcourt.

Nous devons représenter la quantité du mouvement du cilindre par av ; mais celle du fluide qui vient à sa rencontre n'est pas simplement Vdx : car la quantité du fluide que le cilindre trouve dans le petit espace dx est proportionnelle à la vitesse respective du cilindre & du fluide, c'est-à-dire, que pour avoir la quantité de matiere qui survient dans l'espace dx, il nous faut faire cette analogie ; $v \mid dx \parallel V + v \mid \frac{V+v}{v} \times dx$: & il faut prendre la moitié du quatriéme terme, parce qu'il n'y a effectivement qu'une moitié des molécules qui avancent vers un côté. Il faut donc multiplier $\frac{V+v}{2v} dx$ par V, & on aura $\frac{VV+Vv}{2v} dx$ pour la quantité du mouvement de la matiere rencontrée. Nous aurons par la même raison $\frac{VV-Vv}{2v} dx$ pour la quantité du mouvement de la matiere qui frape l'autre base du cilindre : Et si nous faisons une somme des trois quantités de mouvement, en considérant que celle du fluide qui vient à la rencontre du mobile est négative, nous aurons $\frac{VV-Vv}{2v} \times dx + av \frac{-VV-Vv}{2v} dx$ qui se réduit à $av - Vdx$, quantité totale qui étant divisée par la somme des trois masses, sçavoir par $\frac{V-v}{2v} dx + a + \frac{V+v}{2v} dx = a + \frac{V}{v} \times dx$, nous donnera $\frac{av^2 - Vvdx}{av + Vdx}$ pour la vitesse actuelle du moblile après le choc. Il faut maintenant ôter cette vitesse de celle v que le cilindre avoit dans l'instant précédent ; & il viendra $\frac{2Vvdx}{av + Vdx}$ pour la valeur de la petite perte $-dv$. Ainsi, on a l'équation $2Vvdx = -avdv - Vdvdx$, dont on peut négliger le dernier terme, aussitôt que la vitesse V des molécules du fluide n'est pas infinie

infinie, & on fçait qu'elle ne peut pas l'être réellement. Nous aurons par conféquent $dx = -\frac{v}{2V}$; & fi l'on intégre en prenant b pour la viteffe initiale du cilindre, on trouvera $x = \frac{a}{2V}(b - v)$; ce qui montre qu'il fuffit toujours que le mobile parcoure un efpace très-court par raport à fa longueur, pour qu'il perde une partie très-confidérable de fon mouvement. On voit que la perte de fa viteffe eft continuellement proportionnelle à l'efpace parcouru : Si un certain efpace a fait perdre la moitié de la viteffe, un efpace double la fera perdre toute entiere.

Dans le cas de la deftruction entiere du mouvement du cilindre, on a $x = \frac{ab}{2V}$; deforte que le mobile commençant, comme nous le fupofons ici, à fe mouvoir avec une viteffe b qui eft moindre que celle V des molécules du fluide, il perdra toujours toute fa viteffe avant que d'avoir parcouru la moitié de la longueur de fon axe. Qu'on juge après cela de la bonté des expédiens auxquels Meffieurs les Cartéfiens avoient recours pour diminuer la réfiftance de leur Milieu & pour la rendre nulle? Ils ne faifoient pas attention que la plus grande viteffe des parties du fluide, produit un effet tout contraire, & que fa fubtilité plus ou moins grande n'en produit aucun, auffi-tôt qu'elle eft portée jufqu'à un certain terme. Mais ce ne fera plus la même chofe fi le Méchanifme s'étendant plus loin que ne le penfent ces Philofophes, on mêle des parties de matiere qui ayent reçû originairement certaine figure & qui ayent été affujetties à un petit nombre de différentes loix. Selon la diverfe forme qu'auront ces corpufcules élémentaires, & felon qu'ils fe toucheront ou qu'ils feront plus ou moins féparés par de la matiere qui n'aura pas été affectée également & qui ne fera peut-être pas même fujette à l'inertie, les Milieux quoique plus péfans, pour-

ront faire très-peu de résistance au mouvement des mobiles : la pésanteur, la densité & la fluidité ne dépendront plus absolument les unes des autres : chacune aura sa régle particuliere.

De l'Insuffisance du Méchanisme ordinaire pour causer la pésanteur.

I.

(6) LA chute des Graves est un Phénomène si simple & en même-tems si général qu'il doit être très facile d'examiner toutes les différentes manieres dont un fluide qui nous environneroit seroit capable de la produire. La cause d'un pareil effet ne peut pas manquer d'être très-simple ; & si on ne la déduit pas aisément du Méchanisme ordinaire, c'est une marque indubitable qu'elle n'y est pas renfermée, ou qu'elle n'en est pas une suite. Tous les autres Phénomènes, si l'on excepte la dureté des corps, sont moins propres à nous éclaircir ce point si important de Physique générale ; parce que dépendant de la combinaison d'un plus grand nombre de causes particulieres, il est plus difficile d'épuiser tous les moyens d'explication, & de s'assurer qu'on n'en obmet aucun dans le dénombrement qu'on en fait.

La matiere qui précipite les Graves vers la Terre doit être très-subtile ; nous ne la voyons peut-être pas, parce qu'elle se meut trop vîte : mais une preuve certaine qu'elle est d'une extrême subtilité, s'il est vrai qu'elle existe, c'est qu'elle pénétre jusques dans les cavernes les plus profondes, jusques dans le sein des Montagnes ; & qu'en y parvenant elle ne perd rien de sa force, puisqu'elle produit toujours sensiblement les mêmes effets. Cette matiere agissant toujours avec régu-

larité dans toutes les Régions, doit ſuivre des directions ſituées ſelon un certain ordre. Elle ſe meut dans le ſens de l'Equateur ou dans le ſens des Méridiens, ou bien elle ſuit indiſtinctement la direction d'une infinité de grands cercles autour de la Terre, en formant comme un amas confus de corpuſcules ſouvent ſujets à ſe heurter. Si la matiere ètherée ne ſe meut point ainſi, elle ſuivra des lignes qui ſeront verticales ou également inclinées de part & d'autre de la ligne verticale. Il n'eſt pas douteux que nous n'indiquions ici d'une maniere générale toutes les hypothéſes qu'on peut former ſur la direction de la matiere ſubtile, ſupoſée exiſtante. Il ne reſtera plus qu'à rendre ſes parties rondes, ou cubiques, &c. moles, dures ou éaſtiques, &c.

II.

Il faudroit s'engager dans une Diſſertation très-longue ſi l'on vouloit raporter toutes les raiſons qui excluent chacun des moyens d'explication que renferme notre dénombrement. La choſe d'ailleurs a, pour ainſi dire, été déja faite ; car chaque explication ou hypothéſe particuliere n'a été que trop refutée : Il n'eſt déſormais queſtion que de les raſſembler toutes & de les réduire ſous un petit nombre de chefs, afin de pouvoir en les conſidérant d'une ſeule vûë, les comprendre toutes dans le même examen. Les premieres de ces hypothéſes font conſiſter la cauſe de la péſanteur dans un effort de la matiere ètherée, qui n'eſt qu'une ſimple preſſion. L'éther en circulant autour de la Terre, fait effort pour s'éloigner du centre, & il prend le deſſus des Graves qu'il précipite en bas. Mais, ſi une ſimple preſſion eſt ſuffiſante pour ébranler un mobile, pour exciter en lui les premiers degrés de motion, elle ne l'eſt pas également pour agir ſur lui lorſqu'il tombe avec une viteſſe de trois à quatre cens piés par ſeconde ; & cependant

il faudroit que l'action fut toujours la même, pour faire accélérer le mouvement par des degrés continuellement égaux, conformément à l'expérience. La fin & le commencement de la chûte des corps ne se ressemblent pas assez, pour pouvoir être également produits par une pression, qui n'est toujours équivalente qu'à un mouvement très-lent. Qu'on travaille d'un autre côté à donner à l'éther une action excessive, afin qu'il puisse atteindre les corps qui ont déja beaucoup accéleré leur mouvement, on tombera dans l'inconvénient de trop augmenter sa force à l'égard des Graves qui commencent leur chute. Ainsi, quelque chose qu'on fasse, la loi de l'accélération sera toujours violée. On ne gagnera rien non plus à changer la figure des molécules du fluide; & il seroit tout aussi inutile de les rendre moles, ou dures, ou de leur donner de l'élasticité. Elles doivent se mettre en équilibre les unes avec les autres, supposé qu'elles soient élastiques; elles doivent toutes se pousser réciproquement, quelque soit la cause de leur ressort; & si l'on place entr'elles un corps solide, il arrivera que ce corps sera pressé de toutes parts, mais qu'il ne sera pas plus sollicité à avancer selon une certaine direction que selon toute autre.

Quoique nous évitions avec soin tout détail trop particulier, nous ne devons pas nous dispenser de faire remarquer combien se trompoient ceux qui se contentoient avec M. Descartes, de faire circuler l'éther aussi vîte que la Terre. Il faut retrancher de la masse des corps terrestres la capacité de tous leurs pores; mais comparant un grain de matiere à un égal volume d'éther, la force centrifuge doit être exactement la même, aussitôt qu'ils circulent l'un & l'autre avec des vitesses égales autour de l'axe de la Terre, & nul des deux ne doit vaincre l'autre, puisqu'il y a un équilibre entre les deux efforts. M. Hughuens, est le premier qui ait démontré qu'il faloit que l'éther fit ses révolutions dix-sept fois plus

vîte que la Terre, pour qu'il eut autant de tendance à s'éloigner du centre, que les Graves en ont à s'en approcher. Mais cette énorme vîtesse ne suffiroit point encore. M. Hughuens ne faisoit pas attention que la matiere étherée devoit partager son mouvement avec le corps qui tombe, & que ce partage diminueroit au moins l'action de moitié. Il ne remarquoit pas encore, & tous les autres Physiciens qui ont proposé des explications aprochantes de la sienne, y ont aussi peu pensé, que l'éther qui environne un Grave vers la fin de sa chute, ne tend toujours à s'éloigner de la Terre que de quatorze ou quinze piés, ou si l'on veut de vingt ou trente dans une seconde; il n'est plus question de l'éther qui a imprimé les premiers degrés du mouvement; cet éther a eu le tems de faire beaucoup de chemin, il s'est déja éloigné de dix ou douze lieuës, si la chute a seulement duré quatre ou cinq secondes. Mais, se peut-il encore une fois qu'un fluide qui n'agit que par voye de pression, ou dont la vitesse se réduit tout au plus à vingt ou trente piés dans le sens vertical, fasse impression sur un mobile qui fuit en tombant avec une vitesse de plus de 100 ou 200 piés? Nous devons ajouter que si l'on a si peu réüssi à expliquer l'accélération de la pésanteur, on n'a pas mieux rencontré lorsqu'on a voulu rendre compte de sa direction. Quelques Sçavans ont crû que c'étoit la figure sphérique du Tourbillon terrestre qui déterminoit la chute à se faire vers le centre. Mais pour renverser tous les raisonnemens dont on s'est servi pour apuyer cette prétention, on n'a qu'à considérer ce qui se passe dans un vase formé en hémisphere, qui est plein d'eau & dans lequel on plonge des corps legers. La figure de ce vase & toutes les réactions qu'on a imaginées n'empêchent pas que ces corps ne s'élevent verticalement; on ne leur voit jamais suivre en montant des rayons obliques, pour se rendre en haut vers le milieu du vase.

III.

Si la chute des Graves eſt produite par le choc effectif de plusieurs corpuſcules, il faut que ces corpuſcules, quelque direction qu'ils ſuivent, ayent une viteſſe actuelle de haut en bas qui ſoit comme infinie, afin de pouvoir atteindre le mobile qui tombe, & de le fraper ſenſiblement avec la même force. On ſeroit ſans doute très en droit de demander où va ſe perdre, & d'où vient cette matiere toujours nouvelle, qui deſcend continuellement ſelon des lignes verticales, ou ſelon des lignes obliques également inclinées ? Mais pour ne pas nous tourner du côté obſcur des objets, & pour éviter des difficultés, qui pourroient auſſi-bien ne naître que de la trop grande limitation de nos lumieres, que de la fauſſeté des hypothéſes que nous examinons, il ſuffit de conſidérer la matiere étherée lorſqu'elle eſt arrivée aux environs du Grave, & lorſqu'elle travaille déja à le précipiter. On n'aura de cette ſorte que deux cas à diſcuter, à moins qu'il n'en réſulte un troiſiéme de la combinaiſon des deux autres.

Les molécules de l'éther ou du fluide qui cauſe la péſanteur, ſont ſi groſſes que leur choc ſe termine à la ſurface des corps, ou bien elles ſont aſſez ſubtiles pour pénétrer dans ces Graves, elles les traverſent & il n'y en a que quelques-unes qui ſe trouvent arrêtées en donnant dans des pores qui ſont fermés. Il faut abſolument rejetter la premiere ſupoſition : car ſi elle avoit lieu, la péſanteur dépendroit de la figure des corps & de la grandeur des ſurfaces qu'ils preſentent en haut. Outre cela, leur gravité diſparoîtroit entierement dans une caverne, où toutes les fois qu'ils ſeroient couverts par quelques autres corps d'une épaiſſeur ſuffiſante.

L'autre hypothéſe ne ſe ſoutient pas davantage. Si la Nature l'avoit admiſe, la contexture des Graves chan-

geroit leur péſanteur & troubleroit le raport que nous ſçavons qu'elle ſuit. La gravité ſeroit conforme à la tranſparence, qui dépend beaucoup moins de la denſité ou de la multitude de parties groſſieres renfermées ſous le même volume, que de leur ſimple arrangement. La même quantité de matiere diſpoſée d'une maniere plus ou moins ſerrée, ou ſelon que ſes parties ſe couvriroient plus ou moins les unes les autres, péſeroit diverſement: au lieu que les expériences faites ſur la communication des mouvemens nous aprennent que la gravité ſuit toujours exactement le raport des maſſes. Nous ſçavons que les parties les plus intimes, quoique miſes à l'abri par le voiſinage des autres, & quoiqu'un fluide quelque ſubtil qu'il fût, ne pût les aller choquer, contribuent néanmoins encore à augmenter le poids; elles ne ſont pas perduës pour la Nature, dans le plan de laquelle elles rentrent. Il faut donc que le Méchaniſme contienne quelque principe qui ne ſoit pas arrêté dans ſon exercice par l'obſtacle que peuvent former des parties interpoſées.

De l'inſuffiſance du Méchaniſme ordinaire dans l'Aſtronomie Phyſique.

(7) LA Philoſophie Cartéſienne n'eſt pas plus heureuſe lorſqu'elle entreprend de rendre raiſon de la péſanteur qui s'exerce dans le Ciel, & qui s'opoſe à la force centrifuge que contractent toutes les Planetes en circulant autour du Soleil. Si l'on admet un grand Tourbillon qui comprenne tout notre ſyſtême planétaire, il doit être irrégulier vers ſes limites, à cauſe du divers éloignement où ſont les Etoiles fixes ou Soleils qui nous environnent. Cette irrégularité ne peut pas manquer d'en aporter dans le cours même de la matiere

céleste : Il y a, peut-être, quelques endroits plus resserrés entre le Soleil & les limites du Tourbillon ; & la matiere éthérée est obligée de s'y mouvoir plus vîte. Mais l'éther n'accelérant sa vitesse que parce qu'il est plus pressé, il doit en même-tems réagir, faire plus d'effort pour s'étendre dans le sens latéral; & il repousseroit infailliblement le Soleil en le faisant reculer, s'il n'y avoit pas d'équilibre de part & d'autre de cet Astre. C'est-à-dire, que si la matiere céleste est pressée dans un certain endroit, & si elle est forcée d'y prendre plus de vitesse, elle doit nécessairement être aussi plus pressée du côté diametralement oposé ; & il faut donc toujours que le Soleil occupe comme le milieu, quelque irrégulier que soit le Tourbillon. Or c'est ce qui est absolument contraire aux Phénoménes, ou à ce que nous sçavons certainement du mouvement des Planetes tant principales que secondaires. Car l'endroit où il y a le plus de rapidité est toujours à l'oposite de l'endroit où il y en a le moins ; & le Soleil au lieu d'occuper le milieu des orbites elliptiques, occupe constamment un des foyers ; ce qui ne s'accorde nullement avec la nature des fluides.

Les Sectateurs de M. Descartes ne peuvent faire qu'une seule réponse : Ils diront que les Planetes ne suivent pas exactement la direction des différentes couches du Tourbillon. Les Planetes seroient donc alors sujettes à ressentir l'action de l'éther, de même qu'un bateau qui ne suit pas le fil d'une Riviere, est exposé à un choc continuel. Cette action se compliqueroit avec la force centrifuge du même fluide qu'on regarderoit vraisemblablement comme la cause de la pésanteur de la Planete. Mais de tout cela, il ne résulteroit jamais, ni des Ellipses pour l'orbite, ni toutes les autres particularités des mouvemens célestes. On ne trouvera point que les aires ou secteurs parcourus par les lignes droites tirées de la Planete au Soleil, soient proportionnels aux tems.

On

On ne trouvera pas non plus que l'autre régle de Képler ſoit mieux remplie ; qu'il y ait un raport exact entre les cubes des diſtances moyennes des Planetes au point central & les quarrés des tems de leurs révolutions.

On ne peut pas nier en général la poſſibilité des Tourbillons. Pourquoi la matiere éthérée ne pouroit-elle pas auſſi-bien ſe mouvoir en cercle, que le vent ou nos torrens rapides ? Mais il eſt vrai d'un autre côté que, gênés par les faits que nous fourniſſent les Obſervations Aſtronomiques, nous avons à concilier des conditions qui ſont réellement incompatibles. La figure à peu près ronde de toutes les Planetes, montre que leurs Tourbillons, s'il eſt vrai qu'ils exiſtent, doivent aprocher d'être ſphériques. Il faut qu'ils n'ayent pas moins de force centrifuge dans les points qui ſont éloignés de leur équateur, que proche de l'équateur même. C'eſt pour cela que pluſieurs perſonnes à qui nous n'avons garde de vouloir ôter le nom de Phyſiciens, font circuler avec la même viteſſe abſoluë tous les points de la même couche ſphérique : mais ces Deffenſeurs trop zélés des principes de M. Deſcartes devoient penſer que la force centrifuge qui naît de ce mouvement & qui doit néceſſairement être portée juſques là, ſe trouve trop grande, conſidérée ſous d'autres aſpects. Il réſulte par ſa décompoſition une trop grande force rélative dans le ſens de la circonférence des Méridiens ; & l'éther qui n'a préciſément de force centrifuge que ce qu'il faut ſelon le rayon du parallele, ou même ſelon le rayon du Tourbillon, en a toujours trop dans le ſens perpendiculaire à ce dernier rayon. Il fait trop d'effort pour paſſer à la place de l'éther qui eſt plus voiſin de l'équateur ; ce qui doit mettre une confuſion continuelle dans l'étenduë de chaque couche ſphérique.

On ne réüſſit pas mieux à établir l'ordre entre les différentes couches, qu'entre les différentes parties qui les compoſent. On fait enſorte, dit-on, par l'équilibre par-

fait qu'on met entre ces couches, qu'elles se contrebalancent exactement ; & il arrive au contraire qu'on met tout sur le bord de sa ruine. Si nous avions différens liquides à faire entrer dans un vase, & que nous craignissions qu'ils se broüillassent, nous placerions certainement le Mercure au-dessous, l'eau au-dessus & ensuite l'huile ; & nous ne nous aviserions jamais de mettre ensemble des liqueurs très-fluides & de les choisir exprès de pésanteur spécifique exactement égale, afin qu'elles ne se mêlassent pas. On veut néanmoins presque toujours d'après M. de Villemot ou le P. Malebranche, que les couches sphériques du Tourbillon fassent un égal effort pour s'élever ou pour s'éloigner du centre. On leur donne pour cela des vitesses qui sont en raison inverse des racines des distances au point central ; & cette fausse précaution qui est si propre à tout gâter, on ne la prend que pour conserver au Tourbillon un état plus stable. On s'est sans doute laissé préoccuper par une des propriétés qu'a ordinairement l'équilibre ; mais qui ne lui est pas nécessairement attachée. Lorsqu'on dérange un systême de corps qui se contrebalancent, l'équilibre les fait souvent revenir à leur premiere situation. Mais les Physiciens qui vouloient introduire à toute force des Tourbillons dans le Ciel, n'ont pas pris garde que le cas étoit tout différent, & que l'équilibre entre les couches devoit produire un effet tout contraire à celui qu'ils se proposoient. D'ailleurs, si on rejette cet expédient, comme on ne peut pas s'en dispenser, on ne sçait plus quel ordre il faut mettre. La vitesse d'une Planete comparée à celle d'une autre, feroit croire que les vitesses absoluës des différentes couches sont en raison inverse des racines quarrées des distances au point central : Au lieu que le cours particulier de chaque Planete demanderoit qu'elles suivissent simplement la raison inverse de la distance. On ne trouve en un mot qu'inconveniens, lorsqu'on fait dépendre de l'action d'un fluide le mou-

vement des corps céleſtes. On ne réüſſit nullement à conſtituer des Tourbillons ſphériques ou à peu près ſphériques ; on leur donneroit plus aiſément la forme de cilindres : & après avoir fait un grand nombre de ſupoſitions ſouvent contradictoires, on eſt obligé de reconnoître ingénument qu'on n'en eſt pas plus avancé.

Nous voulons dire que s'il eſt impoſſible d'établir une parfaite harmonie entre toutes les parties d'un Tourbillon ſphérique, il ne l'éſt pas moins d'en déduire après cela le mouvement des Planétes. La maniere dont pluſieurs Sçavans avoient traité cette matiere, m'invita à l'examiner en 1731, dans un Mémoire inſéré entre ceux de l'Académie des Sciences. J'étendis mes ſupoſitions auſſi loin que me le permettoit la Géométrie, afin de conſiderer mon ſujet d'une maniere plus générale. Je tâchois d'embraſſer toutes les circonſtances qui n'impliquent pas contradiction ; quoiqu'il s'en manque beaucoup que le poſſible en fait de Phyſique ait des bornes auſſi éloignées. Il eſt certain, par exemple, que les Cartéſiens ne recevant aucune autre loi que celles du mouvement, la matiere quelque ſubtile qu'elle ſoit, doit être par tout également denſe. Elle n'eſt affectée que par l'inertie, en tant qu'elle eſt ſoumiſe aux loix du mouvement ; & cette inertie doit être la même dans tous les endroits du Ciel, auſſi-tôt qu'on n'admet ni petits vuides, ni matiere inégalement affectée. Malgré cela, je ſupoſois la denſité différente, & je me permettois diverſes autres ſupoſitions qui favoriſoient la cauſe Cartéſienne. Cependant, je trouvai entr'autres choſes que le même Tourbillon n'étoit pas propre à faire décrire les deux moitiés d'une orbite elliptique ou de toute autre courbe dont les deux moités ſont égales. Cette Remarque qui m'étoit fournie par le calcul algébrique, eſt d'ailleurs fondée ſur des raiſons qui ſe préſentent d'elles mêmes, auſſi-tôt qu'on y fait un peu d'attention.

Lorſque la Planéte part de ſon Périhélie & qu'elle

marche vers l'Aphélie, elle va en même-tems rencontrer le fluide. Ainſi, il faut qu'elle ſurmonte deux forces, lorſqu'elle s'éloigne du Soleil ; il faut qu'elle agiſſe contre ſa propre péſanteur, & contre la réſiſtance du fluide. La Planéte étant arrivée à ſon Aphélie, elle commence enſuite à deſcendre, & elle paſſeroit exactement par les mêmes degrés de viteſſe, elle décriroit outre cela des parties de courbe, égales à celles de l'autre moitié, ſi elle étoit ſollicitée dans ſa deſcente par la même force qu'elle avoit eu contre elle en montant. Les forces étant égales dans les deux cas, l'augmentation de la viteſſe ſe feroit préciſément par les mêmes degrés, que la diminution s'étoit faite de l'autre côté. Mais au lieu que dans le premier cas, la force totale étoit la ſomme de l'impulſion du fluide & de la péſanteur, la force qui agit ſur la Planéte en deſcendant n'eſt pas la ſomme de ces deux forces partiales, mais leur différence : car lorſque la Planéte deſcend, elle va encore rencontrer le fluide ; & l'impulſion qu'elle reçoit ſe trouve contraire à l'action de la péſanteur. Or, il ſuit de-là, que la Planéte ne doit pas deſcendre ſi vîte qu'elle avoit monté, & qu'outre cela ſa route doit être moins pliée vers le Soleil : Les deux moitiés de la courbe ſeront différentes.

Ceci eſt aplicable non-ſeulement aux orbites fixes, le même raiſonnement a lieu ſi l'orbite eſt mobile ; le même Tourbillon ne ſatisfait jamais aux deux moitiés, auſſi-tôt que du mouvement particulier de la Planéte ſur ſon orbite & du mouvement de la ligne des Apſides, il réſulte une courbe dont les deux branches ſont égales, de part & d'autre du point où la Planéte s'eſt trouvée effectivement dans l'Aphélie. Mais, s'il eſt ſi difficile ou pour mieux dire, s'il eſt impoſſible de concilier le mouvement des Planétes dans un fluide qui eſt auſſi denſe que ces Planétes, l'impoſſibilité eſt bien plus frapante lorſqu'il s'agit des Cométes. Maintenant, il n'y a plus

qu'une voix sur leur sujet. On a douté long-tems qu'il y en eût de réellement retrogrades : On croyoit pouvoir attribuer au mouvement de la Terre, & ne regarder que comme une simple aparence optique, leur retrogradation ; mais personne aujourd'hui ne doute du fait. Il est certain que les Comètes traversent dans toutes sortes de sens ces mêmes endroits du Ciel qui sont battus, pour ainsi dire, par la marche des Planétes. De près de quarante Cométes dont on en a exactement les Elémens, il y en a dix-sept ou dix-huit qui ont été retrogrades ; & quelques unes alloient si bien en sens contraire, que leur orbite ne faisoit pas avec l'écliptique un angle de plus de vingt degrés : comme celle de 1698, dont l'inclinaison étoit à peine de douze degrés, celle de 1682 dont l'inclinaison n'étoit pas de dix-huit, celle de 1472, dont le cours retrograde, ne faisoit pas avec l'écliptique un angle de cinq degrés trente minutes. Ne sont-ce pas là des espéces de radeaux, qui, sans rame, sans voile, sans le secours d'aucun agent extérieur, iroient en montant contre le courant d'une Riviere infiniment rapide ? Ainsi, il faut admettre le vuide dans le Ciel, ou bien une matiere qui faute d'avoir été affectée, ne fait point de résistance : l'Astronome Physicien ne sçauroit se dispenser d'adopter cette conséquence qui devient incontestable.

Le mouvement des Cométes porte encore un caractère qui marque l'action d'une pésanteur vers un point central & qui ne marque que cette seule action. Outre que les aires parcouruës par le rayon vecteur sont continuellement proportionnelles aux tems, la vitesse des Cométes ne dépend nullement de la direction qu'elles suivent, mais seulement de leur distance au Soleil. Elles avancent vers un certain côté ou vers un autre, elles descendent directement vers cet Astre ou bien elles s'en éloignent, elles marchent sur une ligne oblique ou perpendiculaire à la direction de leur pésanteur ;

la Cométe a toujours exactement la même vitesse, aussitôt qu'elle est à la même distance du point central. Sa vitesse est toujours à celle qu'auroit une Planéte qui feroit des révolutions exactement circulaires à la même distance, comme la diagonale d'un quarré est à son côté, ou à peu près comme 1414 est à 1000. Il se passe à l'égard de son mouvement quelque chose de semblable qu'à celui des Graves qui tombent le long d'un plan incliné ou le long d'une ligne courbe. On sçait que la vitesse d'un corps qui tombe obliquement ne dépend pas de la longueur du chemin qu'il a parcouru, ni de la direction selon laquelle il se meut actuellement; mais seulement de la hauteur verticale de laquelle il descend. Si le plan qui soutient le Grave est peu incliné par raport à l'horison, il n'y aura qu'une petite partie de la pésanteur absoluë qui contribuera à faire accélerer la vitesse du corps qui tombe ; mais d'un autre côté la longueur du plan sera plus grande, l'accélération se fera plus long-tems, & la compensation ne manquera jamais d'être parfaite : en bas le corps aura toujours exactement la même vitesse quel que soit le chemin qu'il tienne. Que le Grave, au lieu de descendre sur un plan, trace une ligne courbe par sa chute, rien ne sera encore changé ; la vitesse sera toujours la même, aussi-tôt que le corps ne tombera que d'une hauteur déterminée. C'est à peu près la même chose à l'égard des Cométes. Sont-elles parvenuës à la même distance du Soleil que la Terre ou que Vénus ; il n'est pas nécessaire d'examiner la direction qu'elles suivent, ni si elles s'approchent du Soleil ou si elles s'en éloignent ? Elles auront toujours une vitesse qui sera à la nôtre le long de l'écliptique ou à celle de Vénus sur son orbite comme 1414 est à mille : ce qui indique bien assurément une pésanteur continuellement agissante vers le Soleil ; mais ce qui ne marque nullement l'action d'un fluide translatif.

Ce n'eſt pas ſans peine qu'on ſe détache de l'hypothéſe d'un fluide qui tranſporte les Planetes. L'idée en eſt belle par pluſieurs endroits ; elle nous flatte, parce qu'elle nous preſente un immenſe tableau dont nous croyons voir parfaitement la liaiſon de toutes les parties. Nous avons plus d'une raiſon pour aimer une majeſtueuſe ſimplicité dans les Ouvrages de la Nature, comme dans ceux de l'Art : Il nous en coûte trop, lorſque nous entreprenons de nous former une idée diſtincte de tout ce qui eſt un peu compliqué. Mais nous ne devons pas non plus nous y tromper : car comme l'a remarqué Théodore, il y a une ſimplicité dont on ne peut rien attendre & qui n'eſt d'aucune reſſource : Rien n'eſt moins fécond que ce qui eſt trop ſimple. C'eſt ce que prouvent, peut-être, aſſez les différentes raiſons que nous avons alléguées, & ce que prouvent ſans doute encore mieux les efforts inutiles qu'on a fait depuis un ſiécle, en ſe permettant quelquefois bien des fautes de Géometrie & de Méchanique, pour tâcher de faire éclore dans le ſein des loix du mouvement des Phénomènes qu'elles ne pouvoient produire. Combien de fois n'a-t-on pas travaillé inutilement à racommoder les Tourbillons ? Les mains adroites n'y ont pas mieux réüſſi que les mal-habiles ou les plus groſſieres. Tous les Sçavans n'ont pas agi avec la même franchiſe que M. Herman, qui a marqué ſon chagrin par un *utinam* bien expreſſif. * Mais enfin ſi les tentatives peu heureuſes des Deſcartes, des Huguens, des Varignon, des Malebranche, des Bernouilli, des Herman, ne montrent pas encore aſſez l'impoſſibilité de l'entrepriſe, nous avons une connoiſſance plus certaine des faits, qui doit achever de nous décider. Il ne faut que les ſeules

* Voy. la Phoron. pag. 373. *Utinam verò reliqua gravitatis Phænomena eâdem facilitate in hoc Vorticum ſyſtemate explicare liceret !*

Cométes pour renverser tout l'édifice de la Physique Astronomique Cartésienne ; de même qu'elles suffiroient pour briser entierement les Cieux solides des Anciens. Le parallele est exact : une de ces idées n'est pas actuellement plus recevable que l'autre. Si les Planetes ont besoin d'un fluide qui les transporte, comment les Cométes peuvent-elles aller en sens contraire ?



SECOND



SECOND ENTRETIEN.

On montre dans cet Entretien, que l'Inclinaiſon des Planetes ne peut venir que de ce que les couches d'éther qui les entraînent, & dont le Tourbillon Solaire eſt formé, ne ſe meuvent pas préciſément dans le même ſens; & on fait voir que les changemens les plus conſidérables qu'on apperçoit, ſoit dans les Inclinaiſons, ſoit dans la ſituation des nœuds, ſont cauſés par l'action des couches les unes ſur les autres qui tendent mutuellement par leur friction, à mettre une plus grande conformité dans leurs mouvemens.

LA frugalité de notre repas le rendit plus court; & la Compagnie après s'être repoſée, tarda peu à ſe retirer. Auſſi-tôt que nous nous trouvâmes ſeuls, Théodore prenant la parole nous dit: Qu'il voyoit bien qu'Eugene faiſoit dépendre l'Inclinaiſon des Planetes de la différente obliquité du cours des couches ſphériques, dont le Tourbillon eſt formé. Vous l'avez dit, repartit Eugene; & quoiqu'Ariſte attaché qu'il eſt aux ſeuls ſentimens de M. Deſcartes, ſe ſoit d'abord déclaré contre cette Theſe, il ne peut pas maintenant ſe diſpenſer de l'adopter. Je tremble, je vous l'avoüe, pour nos Tourbillons, répondit Ariſte, & je crains que toute la diſpoſition ne s'en trouve alterée. Vous exagerez votre crainte, repliqua Eugene, & cependant il n'eſt plus tems de le faire: Car

vous êtes convenu que l'Inclinaison des Planetes ne peut pas être produite par leurs conjonctions, & que quand même les Planetes seroient quelquefois détournées de la direction de l'éther par quelque cause passagere, elles seroient bien-tôt forcées d'y revenir par le choc continuel de ce fluide. Vous ne pouvez pas douter après cela que l'Inclinaison dont nous cherchons la cause, ne vienne du Tourbillon-même, & que ses différentes couches ne circulent selon différens sens.

Si vous examinez, par exemple, le petit Tourbillon particulier qui environne la Terre, vous serez forcé de reconnoître que la direction de l'éther qui est proche de nous, est indiquée par le mouvement même de la Terre qui tourne sur son centre en 24. heures, & qu'ainsi l'éther se meut ici-bas dans le sens de l'Equateur. Mais puisqu'il n'est pas moins certain que l'Orbite de la Lune nous montre à peu près la direction qu'a la matiere éthérée à quatre-vingt-dix mille lieuës ou à cent mille lieuës d'ici, il est comme démontré qu'il s'en faut beaucoup que toutes les couches du fluide qui circulent autour de nous, suivent exactement le même chemin; & on voit assez que ce doit être à peu près la même chose dans le grand Tourbillon qui environne le Soleil, & qui emporte la Terre & toutes les autres Planetes autour de cet Astre.

Au surplus, continua-t-il, on reconnoît aisément que les choses doivent être ainsi, aussi-tôt qu'on examine la génération des Tourbillons. Si dans le débroüillement du Cahos, toutes les parties de matiere qui forment chaque couche Sphérique, ont dû s'accorder à se mouvoir précisément dans le même sens, les différentes couches n'ont pas pû s'assujettir de la même maniere à suivre exactement la même direction. Les parties de la même couche sont exposées à se heurter sans cesse, tant qu'elles ne décrivent pas des cercles parfaitement paralleles; de sorte que c'est par le choc, qu'elles s'obligent à ne suivre qu'un seul chemin, qu'une direction moyenne ou composée,

qui résulte de la composition des mouvemens particuliers qu'elles avoient toutes. Mais comment voulez-vous ensuite que les couches se sollicitent à embrasser toutes la même direction ? Elles ne le peuvent faire que par leur frotement ou leur friction mutuelle : mais ce frotement ne peut être que très foible dans une matiere aussi fluide que l'éther. Je ne dis pas que dans la premiere institution des Tourbillons, lorsque les couches circuloient d'abord dans des sens très-différens, le frotement ne fût capable d'effet plus considérable, & qu'il ne fit diminuer par des degrés très-sensibles l'obliquité des directions. Mais à présent ce ne doit plus être la même chose : Car la friction mutuelle des deux couches doit être moindre à mesure que leurs mouvemens deviennent plus conformes. Outre cela, il s'est pû faire dans les parties même de l'éther quelque changement, qui contribuë encore à la diminuer ; c'est ce qui est peut-être cause qu'il est si difficile de découvrir des vestiges de cette friction, maintenant que la machine de l'Univers est comme parvenuë depuis plusieurs siécles à un certain état de permanence. Ainsi, vous voyez que les Planetes n'ont différentes Inclinaisons, que parce que les couches du grand Tourbillon ne circulent pas exactement dans le même sens ; vous voyez encore que cette diversité de directions dans l'éther, vient originairement du désordre ou du dérangement où étoit d'abord la matiere ; & de ce que l'action des couches les unes sur les autres, n'a pas été assez forte, pour mettre une parfaite conformité dans leurs mouvemens.

J'entre à la fin dans vos raisons, reprit Ariste ; il me paroît tout comme à vous, que si les couches de la matiere éthérée étoient séparées par des surfaces infiniment polies, elles ne pourroient jamais influer sur le mouvement les unes des autres ; puisqu'en suivant chacune leur direction, elles glisseroient l'une sur l'autre, sans se faire la moindre résistance. Mais aussi-tôt que leurs

surfaces ne seront pas parfaitement polies, & qu'elles seront sujettes au moindre petit engrainement, la friction mutuelle des parties d'éther qui les composent, les assujettira peu à peu à suivre le même chemin. C'est de cette sorte que la matiere de tous les Tourbillons a pû s'accorder à circuler à peu près dans le même sens ; & ce doit être encore là le grand principe de tous les changemens qui arrivent dans leurs circulations ; puisque les couches dont ils sont formés, ne peuvent agir les unes sur les autres que par cette seule voye.

Ce principe, poursuivit-il, dans le moment-même que je vous parle, me dévoile, ou je suis le plus trompé du monde, la cause de je ne sçai combien de mistéres d'Astronomie & de Physique. Je puis, par exemple, par son moyen, sans même porter ma vûë au-dehors du petit Tourbillon particulier qui nous renferme, expliquer comment s'est pû faire le changement d'obliquité que plusieurs Astronomes prétendent qu'a souffert l'écliptique par raport à l'Equateur. J'avois toujours trouvé quelque obscurité dans un endroit des Principes de M. Descartes, où ce grand Philosophe en parlant de l'axe de la Terre, dit en ces termes * que j'ai encore présens à l'esprit : *Interim tamen, quia duæ conversiones Terræ, annua scilicet & diurna, commodiùs peragerentur, si fierent circa axes parallelos, caussæ hoc impedientes paulatim utrimque immutantur ; undè fit, ut successu temporis declinatio Eclipticæ ab Æquatore minuatur.* Je reconnois maintenant que l'écliptique ne peut guéres changer de situation : car il faudroit une cause bien puissante pour détourner la Terre de la route qu'elle suit en circulant autour du Soleil ; & d'ailleurs les changemens qu'on croit avoir aperçûs dans la latitude de quelques étoiles fixes, ne s'accordent pas assez entre eux, pour justifier ce détour. Mais il me paroît que l'Equateur doit être beaucoup plus variable, puisqu'il résulte du mouvement journalier de la Terre sur son propre centre, & qu'il s'en faut beaucoup que ce mouve-

* CLVI. Part. tert. Princ. Philos.

vement ne se fasse dans le même sens que tournent autour de nous toutes les différentes couches d'éther qui nous environnent. Il y a bien de l'aparence que vers les limites de notre Tourbillon particulier, les couches d'éther se meuvent dans le même plan que celles du Tourbillon Solaire. Mais si l'on considére un point de notre Tourbillon, moins éloigné, si l'on descend jusques à la Lune, on trouvera, comme vous venez de nous le faire remarquer, que la matiere éthérée ne se meut plus dans le même sens, & que l'obliquité est de plus de cinq degrés; & si l'on descend encore plus bas, si l'on vient jusqu'à la Terre, on verra que la différence des directions est encore plus grande, & qu'elle va à près de 23. degrés & demi. Or suposant que la friction mutuelle des parties d'éther soit capable de quelque effet, il est certain qu'elle ne peut pas travailler à assujettir peu à peu toute la matiere de notre Tourbillon particulier à se mouvoir précisément dans le même sens, sans tendre à faire changer aussi de situation à l'Equateur de la Terre, & à le rendre moins oblique par raport à l'écliptique. Ce ne sera, je le sçai bien, qu'après une longue suite de siécles que ces deux cercles se confondront : mais pour peu qu'on reconnoisse la cause qui fait diminuer l'obliquité, on ne craindra pas avec quelques Philosophes, que ce premier changement puisse être suivi d'un autre, qui se fasse en sens contraire. C'est pourquoi lorsque la chose sera une fois arrivée, les hommes joüiront d'un perpétuel équinoxe.

Je m'applaudis fort, interrompit Eugene, de vous voir ainsi commenter M. Descartes, & je reconnois avec plaisir par le *commodiùs conversiones peragerentur*, que ce Philosophe a fait attention au principe que nous employons. Au reste, je suis très-convaincu que si l'Inclinaison de l'Equateur par raport à l'écliptique, a souffert effectivement quelque diminution, il n'est pas possible d'en assigner une autre cause. La Terre tournant tous les

jours ſur ſon propre centre, doit tendre à le faire continuellement dans le même ſens, par ce principe de Phyſique ou plûtôt de Métaphyſique, que chaque choſe perſiſte dans ſa maniere d'être. C'eſt pourquoi ſi la Terre ne fait plus ſes circulations journalieres ſelon la même direction qu'elle les faiſoit autrefois, il faut abſolument que ce ſoit le fluide qui nous environne qui produiſe le changement, & il ne le peut faire que par voye de friction. Mais ſi vous le voulez, nous prendrons les choſes de plus loin; nous examinerons d'une façon particuliere les effets du frotement; & afin de ne pas mêler ſi ſouvent la Terre avec le Ciel, nous apliquerons d'abord nos remarques au grand Tourbillon dont le Soleil eſt le centre.

Je ſupoſe que ACBED *fig.* 5. repréſente une ſphére qui circule de C vers E & vers D ſur les deux poles A & B; de ſorte que le grand cercle CED qui eſt autant éloigné d'un pole que de l'autre, marque la direction préciſe du mouvement. Cette ſphére eſt renfermée dans une autre qui eſt creuſe, qui la touche dans tous les points de ſa ſurface, & qui tournant ſur le pole L, a le cercle CMD pour équateur & pour direction de ſon mouvement. Cette ſeconde Sphére doit être ici conſidérée comme tranſparente, & comme je ne puis pas la repréſenter, c'eſt à votre imagination à y ſupléer. Je prends maintenant au hazard un point G ſur la ſurface convexe de la premiere Sphére; & je conſidére que pendant qu'il parcourt dans un tems infiniment petit, le petit eſpace GH qui eſt une portion du parallele FGK par tout également éloigné du pole A, le point G de la Sphere extérieure parcourt autour du pole L le petit eſpace GO. D'où il ſuit que ces deux points qui ſe touchoient, ſe meuvent l'un par raport à l'autre de la quantité OH, puiſque c'eſt de cette quantité dont ils s'éloignent, pendant qu'ils parcourent les petits eſpaces GH & GO. C'eſt-à-dire donc que pendant que le

point G de la Sphére intérieure fait le petit chemin GH, il doit recevoir le même frotement que s'il demeuroit en repos en H, & que si le point correspondant de l'autre Sphére avançoit de H vers O. Mais que doit-il arriver de ce frotement? Il est clair que le point G de la Sphére intérieure sera sollicité à avancer de la quantité HO, & que si la friction n'est pas assez puissante pour lui faire parcourir tout ce petit espace, elle tendra au moins à lui en faire parcourir une partie HQ. Ainsi vous voyez que pendant que le point G de la surface convexe de la premiere Sphere tend par sa propre vélocité à parcourir GH, le frotement qu'il souffre de la part du point G de la surface concave de l'autre Sphere, tend à lui faire prendre le petit détour HQ : Et si l'on compose ou si l'on réünit ces deux mouvemens, il se trouvera que tout bien compté, le point G qui tendoit d'abord à parcourir GH, tend maintenant à parcourir GQ.

Cela est évident, interrompit Théodore; & je vois par la même raison que le point G de la Sphere extérieure, au lieu de suivre GO, tend à cause de la friction qu'il reçoit, à parcourir GR; parce que la Sphere intérieure se meut par raport à l'extérieure de O vers H, & tend par le frotement qu'elle produit, à causer le petit détour OR dans le mouvement GO du point G. Je vois aussi qu'on peut dire la même chose de tous les autres points des deux Sphéres. Ainsi, il est certain que la diversité qui se trouve dans leur direction, doit disparoître peu à peu; puisque l'angle HGO de l'obliquité se réduit à l'angle QGR qui est plus petit, ou qu'au moins il s'y réduiroit si la diminution d'obliquité étoit exactement la même dans tous les autres points des deux surfaces sphériques. Il ne resteroit plus, ajouta-t-il, qu'à donner une certaine forme à ce raisonnement pour en faire une démonstration exacte du principe que vous avez supofé, & dont Ariste a même déja voulu faire usage; que dans l'hypothese des Tourbillons, la friction travaille continuellement

à mettre une plus grande conformité dans le mouvement de toutes les couches.

C'eſt ce qui n'avoit pas grand beſoin de démonſtration, reprit Eugene ; mais ſi vous le voulez, nous allons continuer notre examen. Je demande ſur quel point ſe fera le changement de directions de nos Spheres ; c'eſt-à-dire, que je veux ſçavoir ſi, lorſque l'angle de l'obliquité ECM formé par les deux équateurs des deux Sphéres, ſe réduit à un angle plus petit, tel que *e c m*, les nouveaux équateurs ſe coupent toujours dans les mêmes points C & D ; ou s'ils ſe coupent dans quelques autres. Je demande en un mot ſi pendant que l'Inclinaiſon diminuë, les nœuds mutuels conſervent la même place, ou s'ils ont quelques progrès ? Mais, répondirent Théodore & Ariſte, il y a bien de l'aparence qu'ils doivent avancer dans le même ſens que tournent les Sphéres. Je le croyois d'abord comme vous, reprit Eugene : Cependant après y avoir ſérieuſement penſé, j'ai reconnu qu'ils n'ont aucun mouvement.

Pour vous en convaincre, vous n'avez qu'à conſidérer deux à deux les points des deux Spheres ; examinez en même-tems le mouvement du point G & celui du point *g*, où ſe coupent encore les deux cercles FIK & YNX. Le point G de la Sphére intérieure tend à ſuivre GQ, & le point *g* tend dans la même Sphere à ſuivre *g q* ; parce que la friction à laquelle il eſt ſujet, produit le petit détour *h q* dans ſon mouvement *g h* ; en même-tems que la friction que ſouffre le point G, produit les détours HQ dans ſon mouvement GH. Il n'eſt pas néceſſaire que je diſe que les détours HQ & *h q* ſont exactement égaux, de même que les petits eſpaces GQ, & *g q* ; Car les points G & *g* ſont expoſés à des frictions parfaitement égales, à cauſe de la conformité de leur ſituation. Mais puiſque les points G & *g* tendent à parcourir les petits eſpaces GQ & *g q*, nous n'avons qu'à prolonger leurs directions juſques à ce qu'elles

qu'elles se rencontrent, & si nous composons ensuite leurs mouvemens, nous sçaurons ce qui doit résulter de leur commun effort. Ces directions prolongées se coupent en S, qui est également éloigné de G que de *g*, & qui répond au Méridien ALIMB, qui passe par les poles des deux couches, & qui mesure l'angle de l'Inclinaison ECM, en passant par les points de limite E & M. Outre cela les deux directions GST & *s g*, sont situées de la même maniere de part & d'autre du plan de ce Méridien. Ainsi, si nous les composons, en faisant attention que les quantités de mouvement GQ & *gq*, sont parfaitement égales, il résultera une direction moyenne SV, qui conpera par la moitié l'angle *g*ST que font les deux directions, & qui sera perpendiculaire au plan du Méridien ALEMB. C'est-à-dire donc, que si chaque points G & *g* tend, pris séparément à suivre une direction oblique par raport au Méridien, ils tendent cependant joints ensemble à se mouvoir selon un sens perpendiculaire au plan de ce cercle; parce que leurs obliquités se détruisent mutuellement. Or comme c'est la même chose de tous les autres points de la Sphere ACEDB, il est évident que si cette Sphere change de direction dans ces révolutions; que si elle se meut selon C*e*D, au lieu de le faire selon CED, son mouvement se fera toujours perpendiculairement au plan du même Méridien AEB. Le nouvel équateur C*e*D, passera donc par les mêmes points C & D, qui sont les poles de ce Méridien : Et comme on peut prouver de la même maniere que le nouvel équateur C*m*D de la Sphere extérieure sera également perpendiculaire au Méridien AEB, il faudra qu'il passe aussi toujours par les mêmes points C & D; d'où il suit que les nœuds mutuels ne seront sujets à aucun changement.

Voilà, dit Ariste, une espéce d'emblême, dont il est maintemant aisé de faire l'aplication. Vos Spheres intérieures & extérieures représentent les différentes couches dont les Tourbillons sont formés; elles nous mon-

trent que deux couches qui se touchent immédiatement, doivent conserver leurs nœuds mutuels: D'où il suit que les Orbites de deux Planetes voisines, comme Saturne & Jupiter, doivent toujours se couper dans les mêmes endroits. Mais ce ne sont que les nœuds mutuels qui doivent être ainsi immobiles ; ces nœuds qui sont vers le septiéme degré du Lion & du Verseau. Car tous les autres points des deux Orbites étant sujets à changer, il est évident qu'elles couperont sans cesse l'écliptique dans différens endroits, & qu'ainsi ces derniers nœuds qui sont les seuls que les Astronomes ayent coûtume d'observer, auront un mouvement continuel. Ce que vous dites, reprit Eugene, de l'immobilité des nœuds mutuels, seroit exactement vrai, si le mouvement de chaque couche n'étoit pas altéré en même-tems par la friction des couches qui sont au-dessus & au-dessous ; ce qui apporte de la complication dans tous les changemens qu'elle reçoit. Mais c'est ce que vous verrez beaucoup mieux en jettant les yeux sur la figure que voici, qui représente le Zodiaque comme étendu & dévéloppé.

J'ai tracé dans cette figure *, continua-t-il, les routes de toutes les Planetes, & même aussi la route des taches du Soleil. Toutes ces routes paroissent ici courbes, mais leur corbure ne vient que de la façon dont j'ai fait le dévéloppement; j'ai voulu rendre droite la route de la Terre. Une autre chose dont je dois vous avertir, c'est que j'ai beaucoup éxagéré l'Inclinaison des Planetes, afin de rendre la figure moins confuse, & elle ne l'est encore que trop : mais cela n'empêche pas qu'elle ne puisse représenter tous les nœuds également bien. Cela supposé, si nous cherchons vers le septiéme degré du Lion l'intersection M des Orbites de Saturne & de Jupiter; nous verrons que si la friction mutuelle que se font les couches d'éther qui transportent ces deux Planetes, est capable d'action, elle doit faire retarder par raport aux Etoiles fixes, les nœuds de Saturne, & faire

* Voyez la Planche qui est à la fin de ces Entretiens, *Fig. 6.*

diminuer son Inclinaison. Car la friction tendant à faire approcher les deux Orbites l'une de l'autre, ou à diminuer l'angle PMN qu'elles forment en M, elle ne peut pas produire en cela le moindre effet, sans donner une situation comme M *n* à l'Orbite de Saturne, & une situation M π à celle de Jupiter ; ce qui rendroit plus petite l'Inclinaison de Saturne par raport à l'écliptique, & ce qui feroit en même-tems passer son nœud de N en *n*. Mais nous ne pouvons rien statuer sur cet article ; parce que ne sçachant pas qu'elle est la direction des couches d'éther supérieures, nous ignorons si elles contribuent à augmenter cet effet, ou à le détruire, ou à en produire un contraire. Cependant plusieurs Astronomes, comme Logomontanus & M. Boüillaud font retarder considérablement les nœuds de cette Planete ; & dans ce cas son Inclinaison iroit en diminuant. M. Boüillaud, comparant quelques observations faites de son tems avec celle de Tycho, & avec une autre faite à Athenes 1085 ans auparavant, trouve que le nœud avance par an de 26 secondes ; mais c'est par raport au point mobile des équinoxes, qui retarde, comme vous le sçavez, par raport aux Etoiles fixes d'environ 51 secondes. Ainsi, quoique le nœud avance par raport au point de l'équinoxe, il retarde réellement, & il le fait de 25 secondes. Si ce retardement a lieu, la diminution annuelle de l'Inclinaison doit être d'environ 4 secondes : C'est ce qu'on trouve en résolvant le triangle Sphérique N M *n*.

Mais, reprit Ariste, vous pouvez beaucoup mieux juger du changement que doit souffrir l'Orbite de Jupiter ; puisque vous sçavez la direction de Saturne qui est au-dessus, & celle de Mars qui est au-dessous. Cependant, comme il me paroît sur votre figure que les Orbites de ces deux Planetes sont situées de différens côtés par raport à celles de Jupiter, les effets doivent être contraires, & il doit être difficile de déterminer lequel peut prévaloir. Je n'en disconviens pas, répondit

Eugene ; mais on ne laiſſe pas néanmoins de voir par pluſieurs raiſons que la couche d'éther qui entraîne Mars, doit plus agir ſur le mouvement de Jupiter, que n'agit celle qui entraîne Saturne. D'abord Jupiter eſt beaucoup plus proche de la premiere de ces Planetes que de l'autre. Mais outre cela la ſituation particuliere du nœud mutuel Q de Jupiter & de Mars, contribuë encore à rendre l'action plus conſidérable, au moins par raport au mouvement du nœud P de l'Orbite de Jupiter & de l'écliptique. Les couches d'éther qui tranſportent Mars autour du Soleil, tendent à faire prendre à l'Orbite de Jupiter la ſituation Q p, qui paſſe toujours conformément à ce que nous avons démontré, par le nœud mutuel Q ; & d'un autre côté les couches d'éther qui entraînent Saturne, & dont la direction coupe l'Orbite de Jupiter au point M, tendent à faire prendre à cette même Orbite la ſituation $M\pi$. Mais quand même ces couches ſupérieures & inférieures qui tranſportent Saturne & Mars, ſuſpendroient à peu près leurs effets par raport à l'Inclinaiſon de Jupiter, qu'elles tendent à altérer en ſens contraire, elles ne le ſuſpendroient pas également par raport à la ſituation du nœud P. Car ſi l'angle du changement PQp produit dans l'Orbite PQ par l'action des couches inférieures, eſt égal à l'angle $PM\pi$ produit en ſens contraire par les couches ſupérieures, le retardement P p produit par les premieres couches, ſera plus grand que le progrès $P\pi$ cauſé en ſens contraire dans le même nœud par les ſecondes ; & cela dans le même raport que le ſinus de la diſtance Q P eſt plus grand que le ſinus de la diſtance P M. C'eſt pourquoi l'Inclinaiſon de Jupiter par raport à l'écliptique peut fort bien ne point changer ; parce que les couches ſupérieures & inférieures ſe font mutuellement obſtacle à cet égard ; mais cela n'empêche pas que le nœud ne doive aller de P vers p, & retarder par raport aux Etoiles fixes ; ce qui s'accorde avec le ſentiment de preſque tous les Aſtronomes.

Tout ceci, continua encore Eugene, feroit fufceptible de différentes recherches Géométriques ; mais ce n'eft point ici le lieu de vous rendre compte de toutes les difcuffions dans lefquelles je fuis entré ; c'eft affez que je vous expofe mes vûës générales. Si l'on examine de la même maniere le mouvement des autres Planetes, on verra que l'Inclinaifon de Mars doit un peu diminuer, & que ces nœuds doivent néceffairement avancer par raport aux Etoiles fixes. Que ceux de Vénus doivent au contraire retarder, mais que fon Inclinaifon peut demeurer dans le même état, parce que fi les couches inférieures d'éther tendent par leur friction à la faire augmenter, les fupérieures tendent en même-tems à la faire diminuer. Quant à Mercure fon Inclinaifon doit diminuer un peu, & fes nœuds doivent avancer avec moins de lenteur que ceux des autres Planetes ; ce qui fe trouve confirmé par toutes les obfervations. Enfin, le chemin que fuivent les taches du Soleil, doit auffi changer un peu de direction ; fon obliquité doit diminuer, & fes nœuds doivent néceffairement retarder par raport aux Etoiles. Voilà les effets que doit avoir la friction, fupofé qu'elle foit capable d'en avoir.

Je pourrois, pourfuivit-il, pour donner du poids à ce que j'avance, alléguer le fentiment des Aftronomes qui m'eft favorable dans prefque tous les points. Mais il faut l'avoüer, que le défaut des Obfervations anciennes fait que la Phyfique eft beaucoup plus en état de nous inftruire dans cette rencontre que ne l'eft l'Aftronomie. Il eft vrai, dit Théodore, que nous ne pouvons guéres compter fur l'exactitude des Obfervations faites avant Tycho. C'eft de quoi fe plaignoit Képler ; & comme fa Phyfique n'alloit pas tout-à-fait fi loin que vous prétendez que va la vôtre, il laiffoit à la poftérité à prononcer fur toutes ces chofes. *Cùm igitur deftituamur idoneis obfervationibus Antiquitatis, cogit nos ipfa rei conditio, hanc difputationem, ut multa alia, relinquere pofteritati.* Il faut

donc avoüer, continua-t-il en souriant, que vous ne travaillez pas ici comme les autres Physiciens, à expliquer des faits connus; mais que vous nous donnez des espéces de Prophéties, en nous annonçant comment les choses doivent arriver dans les siécles futurs les plus éloignés; c'est-là prétendre enchaîner l'avenir. Mais malheureusement les changemens dont il s'agit, se font avec une lenteur qui est capable d'impatienter, & pour que vos prédictions soient vérifiées, il faut que le Monde ait encore une durée extrêmement considérable: *Si quidem*, pour me servir une seconde fois des termes de Képler, qui croyoit toujours bonnement que toutes ces choses ne pouvoient être sçûës que par les Observations postérieures; *si quidem Deo placuerit justum humano generi spatium temporis in hoc mundo indulgere, ad residua ista perdiscenda.* Il est certain que vous ne pouviez pas soumettre votre Physique à une épreuve dont vous eussiez moins à craindre.

Je m'aperçois, repliqua Eugene, que les réfléxions que j'ai faites ne sont pas absolument mauvaises; puisqu'au lieu de les combattre par des raisons, vous vous contentez de vous divertir de la trop grande hardiesse avec laquelle vous feignez que je les avance. Mais raillez tant qu'il vous plaira, je crois vous avoir prouvé dans l'hypothése des Tourbillons, que si les Orbites des Planetes changent de place, & que si elles en changent d'une façon uniforme, sans le faire par sault, ni tantôt dans un sens & tantôt dans un autre, ce qui montreroit que les conjonctions y auroient part, cela ne peut venir que de ce que les couches d'éther altérent réciproquement leurs directions, en tendant par leur friction à mettre une plus grande conformité dans leurs mouvemens. Il n'en est pas du changement d'Inclinaison des Planetes, ni du progrès de leurs nœuds, comme du mouvement de leur Aphélie & de leur Périhélie. Un leger défaut de commensurabilité entre la durée des révolu-

tions, & l'espece du mouvement d'oscillation par lequel chaque Planete tantôt s'approche & tantôt s'éloigne du Soleil, suffit pour faire changer de place à la ligne des Apsides. Mais aussi-tôt que l'Inclinaison augmente ou diminuë, & que les nœuds se meuvent ; il faut nécessairement que toute l'Orbite change de place, & que la Planete se détourne de sa direction vers la droite ou vers la gauche, pour circuler dans un autre plan ; & il est certain qu'un pareil détour ne peut être causé que par un agent extérieur, qui pousse de côté avec force.

Au surplus, je ne vous affirme point encore que la friction produise actuellement des effets sensibles. Elle en a sans doute produit autrefois ; autrement il y auroit beaucoup plus de diversité que nous n'en remarquons dans le cours de toute la matiere céleste dont les Tourbillons sont formés : Mais si les couches d'éther peuvent se mouvoir maintenant sans agir sensiblement l'une sur l'autre, par leur frotement mutuel, leurs directions ne seront pas sujettes à être altérées, & les Orbites des Planetes seront immobiles, à ces accidens près dont nous avons parlé, qui se doivent faire tantôt dans un sens & tantôt dans un autre, & qui sont causés par les conjonctions. Ne soyez point étonné, interrompit brusquement Ariste, si Théodore n'approuve pas la mobilité que vous attribuez aux Orbites. Vous devez vous ressouvenir qu'il ne peut pas manquer de soutenir que tout le Systême Planétaire n'est sujet qu'à très-peu de changement, puisqu'il ne juge de l'immobilité même des Etoiles fixes, que parce qu'elles conservent à peu près la même situation par raport aux principaux points de ce Systême. M. Newton n'avoit-il pas dit vers le commencement de son troisiéme Livre, * *Quiescunt etiam stellæ fixæ, propterea quod datas ad Aphelia nodosque positiones servant.* Il imite un Nautonnier qui ayant fait plusieurs fois le voyage de la Jamaïque en Angleterre,

* Corol. I. Prop. XIV.

au lieu de conclure qu'il a toujours fait à peu près le même chemin, puisqu'il a toujours paſſé proche de la Bermude, concluëroit au contraire que cette Iſle n'a du tout point changé de place, parce qu'il l'a toujours trouvé vers le même endroit de ſa route. Mais vous tardez trop à reprendre le fil de votre diſcours : Je crois qu'en nous parlant des Planetes, vous avez paſſé de Mars à Vénus en oubliant la Terre. Elle eſt cependant une des plus conſidérables ; & celle, je m'imagine, pour laquelle vous prenez le plus d'interêt.

Nous y ſommes trop attachés, malgré toute notre Philoſophie, répondit Eugene, pour que nous puiſſions l'oublier ſi aiſément. Je ne l'ai au contraire laiſſée là derriere que pour vous en entretenir plus au long. Il eſt très-ſingulier, que preſque tous les Aſtronomes prétendent en même-tems, que les Orbites des Planetes changent de place, & que celle de la Terre ſoit toujours la même ; quoiqu'elle doive être naturellement dans le même cas que toutes les autres. D'où lui viendroit cette exception ? Il eſt vrai qu'elle eſt comme placée au milieu; mais ſi elle eſt ainſi ſituée, il s'en faut beaucoup, qu'eu égard à l'Inclinaiſon, elle ſuive une direction moyenne : C'eſt elle au contraire & Mercure, qui s'écartent le plus de la route commune. Supoſé donc que les Orbites de toutes les Planetes ſoient mobiles, ce qui ne peut pas manquer d'arriver, ſi leurs nœuds ont quelque mouvemens, il eſt inconteſtable que l'écliptique, ou que le chemin que fait la Terre autour du Soleil, ſouffre auſſi quelque mutation ; & qu'ainſi les latitudes des Etoiles ne ſont pas abſolument conſtantes. Il y a même lieu de croire que la route de la Terre eſt encore plus variable que les Orbites des autres Planetes ; & il ſuit de-là que ſi l'on obſerve quelque variation dans les nœuds de ces dernieres, il doit y en avoir auſſi néceſſairement dans l'Orbite de la Terre. Au reſte, comme le changement ne peut être cauſé que par l'action des couches d'éther qui ſont

ſont au-deſſus & au deſſous de celles qui nous emporte autour du Soleil, & que nous pouvons juger de la direction de ces couches par le chemin que ſuivent Vénus & Mars ; il ſuffit de jetter les yeux ſur notre figure, pour voir que les deux points A & B, ſur leſquels le changement ſe peut faire, ſont ſitués vers le commencement de *Gemini* & d'*Arcitenens*. C'eſt pourquoi les Etoiles qui ſont vers ces deux points, doivent toujours conſerver leur même latitude ; & ce ſont celles qui ſont ſituées vers le commencement des Signes de *Virgo* & de *Piſces*, qui doivent en changer le plus.

Il eſt vrai, pourſuivit Eugene, que Tycho & quelques autres Aſtronomes ont déja ſoutenu que l'écliptique étoit ſujet à changer ; mais ils s'imaginoient que c'étoit ſur le point des équinoxes, ne faiſant pas attention que ces points ſont purement accidentels ; & que s'ils dépendent de la ſituation de l'écliptique, ils dépendent autant de celle de l'équateur qui n'a aucun raport immédiat avec cet autre cercle. En effet, que la Terre tourne dans un certain ſens ou dans un autre, ſur ſon propre centre, pendant qu'elle eſt entraînée autour du Soleil par le grand Tourbillon ; cela peut-il cauſer quelque changement dans cette derniere route, ſurtout ſi le mouvement qu'elle a ſur ſon propre centre, différe beaucoup de celui qu'a vers ſes limites le petit Tourbillon dans lequel elle eſt renfermée ? Mais on ſera ainſi toujours ſujet à ſe tromper dans l'Aſtronomie, tant qu'on n'aura point recours aux lumieres de la Phyſique, pour diſtinguer les choſes qui dépendent immédiatement les unes des autres, de celles qui n'ont que des raports éloignés. Il ſuffit de conſidérer ici la détermination des différentes couches du Tourbillon Solaire, pour voir que ſi l'écliptique change de place, ce ne peut être que parce que les couches ſupérieures & inférieures à celles qui nous entraîne, conſpirent également à nous faire embraſſer un chemin plus approchant de celui qu'elles tiennent. D'un autre côté,

il eſt également clair, ſur ce que nous avons prouvé ci-devant, que le changement ne ſe peut faire que ſur les points A & B, que nous avons déja indiqués, vers leſquels les directions de ces couches rencontrent la direction que nous ſuivons.

Aparemment, dit Ariſte, que ce n'eſt que la prévention où l'on a été pour les points des équinoxes, qui a principalement empêché qu'on n'ait déja prononcé d'une maniere déciſive ſur la mutabilité ou l'immutabilité de l'écliptique. On s'eſt attendu à trouver un plus grand changement dans la latitude des Etoiles, qui ſont ſituées vers les points des ſolſtices, & un moindre dans celles des Etoiles qui ſont vers le commencement d'*Aries* & de *Libra*; au lieu que c'eſt tout le contraire : & cela a fait attribuer aux Obſervations défectueuſes des Anciens, toutes les différences qu'on a aperçûës. Maintenant que j'y penſe, M. Boüilaud & le P. Riccioli ſont tombés dans cette erreur. Pour nous, ſi nous ne voulons pas décider abſolument la queſtion, nous pouvons au moins mettre la poſtérité en état de le faire aiſément : C'eſt un ſervice que nous ne ſçaurions lui refuſer, puiſque ce n'eſt que de nous qu'elle peut le recevoir. Nous n'avons qu'à obſerver dans la derniere préciſion la latitude d'un certain nombre d'Etoiles, ſituées dans les endroits où ſe doivent faire les plus grands changemens. J'approuve fort votre penſée, reprit Eugene; le cœur du Lion, *Regulus*, & *Fomaham* ſont à peu près dans la ſituation que vous demandés. M. de la Hire donne 27'. 6" de latitude Boreale à la premiere de ces Etoiles, & 21°. 5'. 23" de latitude Auſtrale à la ſeconde : Ainſi nos Neveux n'auront qu'à vérifier ces deux diſtances. *

* Voyeles Remarques, num. (1)

Ce n'eſt que de cette ſorte, continua Eugene, qu'on pourra démêler les différentes cauſes qui font varier l'obliquité de l'écliptique par raport à l'équateur. Vous voyez que le changement eſt compliqué : L'écliptique ne conſerve pas la même ſituation, & l'équateur en

change auſſi ; mais la variation totale doit être moins conſidérable, parce que les changemens particuliers ſe font en ſens contraires. Comme dans le petit Tourbillon particulier qui environne la Terre, les couches ſupérieures ſe meuvent à peu près dans le ſens de l'écliptique, elles travaillent ſans ceſſe à diminuer l'obliquité du mouvement des couches inférieures, ce qui ne ſe peut pas faire, ſans que l'équateur de la Terre ne s'aproche un peu de l'écliptique, ainſi que vous l'avez vous-même expliqué. Mais ſi vous jettez les yeux ſur notre Zodiaque, vous verrez que dans le grand Tourbillon qui nous entraîne avec toutes les Planetes autour du Soleil, la friction des différentes couches tend à aprocher de l'étoile R, qui eſt *Regulus*, l'écliptique, ou la route que trace la Terre : & il eſt évident que l'écliptique ne peut pas s'aprocher de cette Etoile, dont la latitude & la déclinaiſon ſont Septentrionales, ſans s'éloigner en même tems de notre équateur. Ainſi, ſi l'obliquité n'eſt pas la même qu'elle a été autrefois ; & ſi l'on y a déja obſervé une diminution de 23 ou 24 minutes, c'eſt une marque que le Tourbillon particulier de la Terre a plus fait avancer l'équateur vers l'écliptique, que le Tourbillon Solaire n'a fait reculer ce dernier cercle. C'eſt auſſi ce qui s'accorde parfaitement bien avec la conſtitution particuliere des deux Tourbillons : car comme les couches dans le petit circulent, ainſi que nous l'avons déja remarqué, ſelon des directions plus différentes ; leur friction doit produire des accidens plus marqués, & l'équateur doit être maintenant beaucoup plus ſujet à recevoir du changement que l'écliptique.

Fin du ſecond Entretien.

REMARQUES SUR LE SECOND ENTRETIEN.

Du changement de ſituation de l'Ecliptique.

(1) IL ne ſera pas vraiſemblablement néceſſaire d'attendre long-tems, pour que les Obſervations nous aprenent ce que nous devons penſer du mouvement de l'Ecliptique & de la cauſe de ce mouvement. Nous nous bornerons à diſcuter ici ſi les circonſtances du changement ſont conformes au ſyſtême de la Gravitation univerſelle ou à celui d'un Tourbillon formé d'un fluide qui tranſporte les corps céleſtes. Supoſé que la Terre tende à conformer ſa direction ſur celle des autres Planetes & que cette conformité ſoit procurée par l'action continuelle des couches de la matiere éthérée les unes ſur les autres, l'Ecliptique doit changer de place ſur les deux points A & B. Cette action des couches, comme nous l'avons démontré, ne tend qu'à diminuer leur inclinaiſon réciproque, ſans faire avancer ni reculer leurs nœuds. Ainſi, ſelon l'hypothéſe adoptée par nos deux Cartéſiens, les Etoiles R & F, *Regulus* & *Fomaham* doivent perdre un peu de leur latitude par le changement de ſituation de l'Ecliptique qui s'aproche de ces Etoiles.

Voyons maintenant ſi c'eſt la même choſe lorſqu'on admet les attractions. Nous avons déja vû combien ces deux ſyſtêmes s'écartent l'un de l'autre dans les effets qu'ils peuvent produire. La Gravitation univerſelle étant admiſe, c'eſt principalement Saturne & Jupiter qui doivent contribuer à troubler le mouvement de la Terre par

leur grande masse & par la combinaison de leurs efforts qui s'ajoûtent ou se réünissent ; parce que leurs deux orbites sont presque situées de la même maniere par rapport à l'Ecliptique. Mais au lieu que cette derniere ligne tournoit sur les points A & B, elle doit en vertu de la pésanteur de la Terre vers Jupiter & vers Saturne, tourner sur les points C & D qui sont éloignés des nœuds de Jupiter & de Saturne d'environ 90 degrés, & l'Inclinaison doit au contraire rester sensiblement la même. La moitié DC de l'Ecliptique doit avancer un peu sur l'hémisphére austral, & l'autre moitié CD sur l'hémisphere boréal, pendant que l'arc qui mésure les Inclinaisons & qu'il faut concevoir situé perpendiculairement entre le point C de l'Ecliptique & les Orbites de Jupiter & de Saturne, aura toujours sensiblement la même grandeur. En un mot dans le systême de la Gravitation universelle, l'Ecliptique doit prendre la situation que nous avons représentée dans la figure 6 par une ligne ponctuée qui ne differe guéres de la ligne droite & qui passe par les points D & C. Ainsi, les latitudes de Regulus & de Fomaham, au lieu de diminuer doivent recevoir quelque augmentation ; ce qui nous fournit effectivement le moyen de soumettre les deux systêmes au Tribunal de l'expérience, en observant dans quel sens les latitudes des Etoiles, dont il s'agit, sont sujettes à changer.

Il n'est pas difficile de s'assurer que l'Ecliptique dans le second systême doit prendre la place que nous lui assignons. Nous l'avons déja comme prouvé d'avance dans le premier Entretien à la page 41, & néanmoins nous l'expliquerons encore ici pour un plus grand éclaircissement. Nous suposerons que PSQ (*fig.* 3 *) représente la moitié de l'Orbite de Saturne ou de Jupiter qui sont héliocentriquement en conjonction en S. Nous représenterons en même-tems par PCQ une moitié de l'Ecliptique ou de l'Orbite de la Terre que nous transf-

portons par la penſée à la hauteur de Jupiter ou de Saturne, afin de rendre plus ſimple l'examen que nous entreprenons.

Pendant que la Terre parcourra le quart PC de l'écliptique en avançant de P vers C, ſa tendance vers Jupiter & vers Saturne que nous ſupoſerons toujours en S, fera diminuer l'angle d'Inclinaiſon CPS & reculer en même-tems le nœud mutuel P en le faiſant paſſer en *p*. Nous négligeons le changement beaucoup plus petit que recevront les orbites de Saturne & de Jupiter, mais tout ne contribueroit encore qu'à faire retrograder le nœud. Quant à la diminution de l'Inclinaiſon, nous ne devons pas en tenir compte; car elle ſera reparée ſous peu de tems, elle le ſera lorſque la Terre parcourra l'autre quart CQ de l'écliptique. Les augmentations & les diminutions qui ſont très-petites par elles-mêmes ſe ſuivent toujours dans un ordre réglé, & les unes rétabliſſent ce que les autres avoient détruit: c'eſt pourquoi on peut les négliger. Mais pendant que la Terre parcourt l'arc CQ & qu'elle ſera obligée par l'action de Jupiter & de Saturne, de détourner un peu ſon mouvement, le nœud Q rétrogradera en *q*, de même que le nœud P avoit reculé en *p*. Cela eſt conforme à ce que nous avons établi ci-devant, que les Attractions font toujours aller en ſens contraire les nœuds des Planetes qui ſont à portées d'agir les unes ſur les autres.

Il réſulte de tout cela que l'écliptique ſera comme tranſportée en *p*C*q*; & ce ſera à peu près la même choſe que ſi ce cercle changeoit de ſituation ſur le point C & ſur un autre point D qui n'a pas pû trouver place dans notre figure, mais qui feroit éloignée de C de 180 degrés. Or ce changement ſe réduit à celui que nous avons marqué dans la figure 6 par la ligne ponctuée DCD. Ainſi, on voit d'une maniere évidente que les deux ſyſtêmes ſont bien formellement en contradiction: Ils conduiſent à des variations toutes contraires

ſur les latitudes des Etoiles fixes. Mais quoiqu'il ne s'agiſſe encore que de différences extrêmement legéres qu'on a de la peine à ſaiſir, on peut néanmoins en ajoutant foi aux Obſervations les plus exactes, dire qu'elles dépoſent déja en faveur de la Gravitation univerſelle qui ſe décéle ici comme par tout ailleurs. M. le Monnier en comparant ſes déterminations avec d'autres plus anciennes, trouve que la latitude de Fomaham a augmenté d'environ une minute depuis cinquante ans.

Quant aux changemens d'Inclinaiſons que ſouffrent les orbites des autres Planetes les unes par raport aux autres, nous n'avons pas un aſſez grand nombre d'Obſervations & d'Obſervations exactes pour entreprendre de les expliquer. On ne doit travailler à rendre raiſon que des ſeuls faits qui ſont parfaitement conſtatés ; & c'eſt aux Obſervations Aſtronomiques à nous en adminiſtrer les preuves ; à moins qu'on ne voulut en adoptant le principe de la Gravitation univerſelle prévoir les variations de ſituations des orbites ; & aller, pour ainſi dire, au-devant des Obſervations, qui ne nous ont pas encore ſuffiſamment inſtruits de toutes les circonſtances particulieres des Phénomenes. Il eſt certain qu'un pareil uſage du ſyſtême de la péſanteur générale doit être déſormais regardé comme légitime : Ce ſyſtême a réüſſi dans tant de différens cas, qu'on peut ſupoſer qu'il réüſſiroit également dans tous les autres. Il ſuivroit de-là que tout ce qu'Ariſte & Eugene ont dit ſur le frotement des ſurfaces ſphériques qui ſe renferment les unes les autres, & qui travaillent à diminuer l'angle de leur obliquité réciproque, ſans altérer la ſituation de leurs nœuds mutuels, n'auroit aucune aplication dans la Phyſique Aſtronomique ; mais cela n'empêcheroit pas que cette ébauche de Théorie ne pût ſervir dans la Méchanique & même dans d'autres parties de la Phyſique.



TROISIE'ME ENTRETIEN.

On se sert dans cet Entretien des principes établis cy-devant, pour expliquer différentes particularités du mouvement des Planetes ; la précession des Equinoxes ; la stabilité des nœuds des Satellites de Jupiter ; les différentes inclinaisons de l'Orbite de la Lune, &c.

NOus interrompîmes la conversation pour donner à Eugene le tems de se reposer : Nous joüâmes quelques parties d'Echets. Le jeu étant fini, nous recommençâmes notre Entretien ; & Eugene nous dit, que nous pouvions toujours douter de l'efficacité de la friction des parties d'éther les unes contre les autres, parce que nous n'en avions encore vûs aucun indice absolument certain : Mais, ajoûta-t-il, puisque nous en sommes au mouvement de la Terre, je vais vous parler d'une des affections de ce mouvement, qu'on ne peut, ce me semble, expliquer que par cette cause. C'est la précession des équinoxes, & je suis persuadé que sur la seule exposition du fait, que vous connoissez aussi-bien que moi ; mais dont il faut cependant que je vous renouvelle l'idée, vous tomberez d'accord de ce que j'avance. S, (dit-il, en nous montrant la figure que vous voyez ici) *fig.* 7. représente le Soleil ; IMNK est la Terre, qui tournant continuellement autour de son propre centre T, est emportée avec son Tourbillon particulier ABCD, sur la circonférence de l'écliptique CEFG. La Terre en

en faisant ses révolutions journalieres sur son propre centre, ne tourne pas selon le cercle IMNK, mais selon KLM; de sorte que c'est KLM qui est l'équateur, ou plûtôt la moitié de ce cercle qui est exposée à notre vûë. Dans l'état où sont ici toutes les choses, le Soleil est dans le plan de l'équateur, parce qu'il répond exactement à la section de ce cercle & de l'écliptique. C'est la ligne MK qui représente cette section, laquelle étant prolongée, passe par le Soleil, & va se rendre à quelque Etoile P, que je supose se trouver exactement au commencement d'*Aries*. Il faut 365 jours 6 heures 9 ou 10 minutes à la Terre pour achever sa révolution entiere autour du Soleil, & pour que son centre revienne exactement en T : c'est ce qu'on appelle l'année Sydérale; parce que le Soleil paroît se retrouver vis-à-vis de la même Etoile P. Mais comme l'équateur change un peu de situation pendant ce tems-là, qu'il se trouve en mLk, & que sa commune section avec l'écliptique n'est plus la ligne MK, mais mk, qui en différe de l'angle KTk, qui est d'environ 51 secondes, il suffit que la Terre soit revenuë en t; qui est éloigné de T de 51 secondes mesurées sur l'orbe annuel, pour que notre année (l'année tropique de 365 jours 5 heures & environ 49 minutes) soit révoluë, & pour que le Soleil paroisse dans l'équateur. Nous en convenons, interrompit Ariste, & il n'est pas nécessaire de pousser le détail plus loin. La Terre étant d'abord en T, le Soleil s'est trouvé sur l'équateur, & a paru vis-à-vis de l'Etoile P, qui a été prise pour le commencement d'*Aries*. Mais un an après, la Terre n'est encore arrivée qu'en t, lorsque le Soleil paroît également sur l'équateur, à cause du changement de situation de ce cercle; & c'est le point p, vis-à-vis duquel cet Astre se trouve, qui est pris cette seconde fois pour point de l'équinoxe. De sorte que le commencement d'*Aries* considéré comme Dodecatemorie, *précedée* ou va contre l'ordre des signes de la quanti-

té P p de 51″; & comme on ne s'avisoit pas d'abord d'attribuer ce changement à la Terre, on a cru pendant long-tems qne les Etoiles fixes changeoient de place, & qu'elles avançoient selon l'ordre des Signes de la même quantité.

Mais, dites-moi maintenant, reprit Eugene, s'il vous paroît qu'on puisse expliquer cette variation de l'équateur en employant quelque autre principe que l'action des couches de notre Tourbillon particulier, les unes sur les autres? La Terre est entraînée autour du Soleil; mais sa révolution achevée, il se trouve que notre équateur a changé de place, ou que nous ne tournons plus précisément dans le même sens sur le centre de notre globe. Quelle peut être encore une fois la cause de ce Phénoméne singulier? Il ne faut pas la chercher dans notre globe même: Car comme il tend à tourner toujours dans le même sens, il faut absolument une cause étrangére pour lui faire changer de direction. Il faut donc que le précession des équinoxes vienne de notre Tourbillon particulier. Comme toutes ses couches ne suivent pas le même mouvement, elles agissent les unes sur les autres & il n'est pas surprenant que leur action fasse retarder les nœuds K & M de la Terre, de la même maniere que la friction dans le Tourbillon Solaire doit faire retarder les nœuds propres du Soleil, quoiqu'on n'ait point encore observé ce retardement. Remarquez qu'il seroit fort inutile de chercher une cause plus éloignée; de la faire dépendre, par exemple, de quelques pressions ou de quelque chocs du Tourbillon Solaire. Car que peuvent produire tous ces chocs? Faire accélerer ou retarder le mouvement des couches qui sont les plus éloignées de nous, & faire changer leur direction. Mais comment voulez-vous après cela qùe ces changemens se transmettent aux couches inférieures & à notre globe, si ce n'est par la friction? Ainsi se seroit retomber dans mon sentiment. Tout cela considéré, je ne feindrai point de

vous dire, que comme il me paroît impossible de rendre raison autrement de la variation de notre équateur, je regarde ce Phénoméne comme un indice assuré, que les couches d'éther agissent les unes sur les autres. Je doutois que leur friction mutuelle fût capable de produire des altérations considérables, tant que je n'éxaminois que l'obliquité de l'écliptique, ou le seul mouvement des nœuds des Planetes principales; j'en doutois, parce que ces faits sont contestés. Mais l'action de la friction se trouve décelée ici; & on est forcé de reconnoître qu'elle est encore maintenant capable de se faire appercevoir par ses effets. * * Voyez la Remarque n. (1)

Pour moi, interrompit Théodore, quoique je n'entreprenne pas, & que je fusse même fâché de troubler votre confiance, je vous avoüerai que je ne suis point tant étonné de voir * que le diametre MK, dans lequel l'équateur coupe l'écliptique, change de situation de 51″ pendant le cours de l'année, que de voir qu'il n'en change pas davantage, & qu'il ne se trouve point absolument dérangé par la révolution de la Terre autour du Soleil. Il me semble que c'est-là vous proposer une grande difficulté: Car ne vous paroît-il pas comme à moi, que la même cause qui transporte un corps, je ne dis pas le long d'une ligne droite, mais le long d'une ligne courbe, doit altérer continuellement sa situation? Descartes & ses Sectateurs zélés, sont obligés d'avoir recours à la matiere canelée, qu'ils font descendre selon l'axe de chaque Tourbillon; mais leur explication n'atteint pas même à la moindre vraisemblance. La difficulté que vous proposez, reprit Eugene, n'est pas grande; d'ailleurs on peut la faire avec autant de droit à un Newtonien qu'à un Cartésien. Je l'ai sentie, & j'ai cherché à la résoudre; parce qu'il m'a paru effectivement qu'on ne pouvoit pas sans l'éclaircir, concevoir le parallelisme de l'axe des Planetes tant principales que secondaires, ni différentes autres particularités de leur mouvement.

* Voyez la Fig. précéd. *fig.* 7.

Considérez cette figure, *fig.* 8. dans laquelle ABDE est une Sphére qui est transportée de C en N par une puissance apliquée à son centre : il est évident que le diamétre BE se trouvera situé en MP parallelement à sa premiere situation. Car le mouvement doit se distribuer également dans la Sphére vers B & vers E de part & d'autre du centre ; & il n'y a aucune cause qui doive faire avancer une des extrêmités du diamétre BE plus promptement que l'autre. Mais suposons maintenant que le Globe étant parvenu en N, une nouvelle puissance apliquée encore au même point, détourne selon la ligne NT, le mouvement ; toutes les parties de la Sphére étant situées également de part & d'autre du centre, auront une égale part au détour ; & ainsi elles parcourront toutes les lignes paralleles & également longues : D'où il suit que le diamétre BE se trouvera situé en RS, en conservant toujours un exact parallelisme. Or, ce sera la même chose, quelque nombre de détours qu'on imagine ; & ce sera donc aussi le même cas, si le globe est transporté le long d'une ligne courbe, puisque cette courbe ne sera toujours que l'assemblage d'une infinité de petites lignes droites.

Il n'y aura non plus aucune différence, lorsque la puissance qui transporte le globe, au lieu d'être apliquée au centre, sera apliquée sur sa surface. Que PQRS *fig.* 9. soit un Globe qui tourne sur son centre C, & que ABOE soit un autre Globe beaucoup plus petit, renfermé dans le grand, en un espace creux ABOE, qui ne soit précisément capable que de le recevoir ; & suposons de plus, que la surface convexe du petit Globe & la concave qui la touche, soient parfaitement polies, de maniere qu'il n'y ait aucun frotement. Je dis que le petit Globe pendant qu'il sera transporté par le grand autour de son centre C, conservera toujours exactement sa même situation. Aussi-tôt que le frotement est absolument nul, le grand Globe ne peut agir en aucune maniere sur

le petit, pour altérer le parallelisme de ses axes comme BE. Car si la force qui transporte le petit Globe, est appliquée à sa surface, elle est toute employée à le faire circuler autour de C; sans qu'il s'en fasse aucune décomposition, qui puisse occasionner le moindre piroüetement. En un mot, la direction de cette force, passe exactement par le centre K, c'est la même chose que si elle ne s'éxerçoit que sur ce point; & c'est donc le même cas qu'auparavant. Il résulte de tout cela que l'axe de la Terre doit conserver son parallelisme, & l'équateur sa même situation, malgré notre transport continuel autour du Soleil: C'est ce que demande la premiere institution de la chose. De sorte que s'il y arrive quelque altération, s'il y arrive le plus petit changement possible, c'est une nécessité qu'il soit produit par une cause extérieure, par l'action des différentes couches du Tourbillon les unes sur les autres, & enfin par l'action des dernieres couches sur notre Globe. Mais comme l'éther est extrêmement fluide, & que toutes les couches glissent les unes sur les autres avec une si grande facilité, qu'elles n'altérent presque point leurs directions, la Terre se trouve toujours comme laissée à elle-même: & c'est pourquoi la situation de son axe & de son équateur ne reçoit presque point d'altération, & qu'elle ne change pendant toute une année que d'environ 51 secondes.

Je vois bien, interrompit Ariste, qu'il faut assurer la même chose, non-seulement de toutes les autres Planetes, mais aussi de leurs Tourbillons particuliers, & de toutes les couches qui les forment. C'est-à-dire, que les axes & les équateurs doivent affecter par tout un exact parallelisme, & qu'il est toujours nécessaire d'une autre cause que du transport général autour du Soleil, pour que les axes & les équateurs changent de situation.

On agite quelquefois une question qui paroît n'être que de mots, au sujet des Satellites qui présentent tou-

jours la même face à la Planéte principale qui ſert de centre à leur révolution : On demande ſi ces Satellites tournent ſur leur propre centre. Je crois que vous & moi nous ne nous propoſons pas d'éxaminer actuellement s'il y a toujours une parfaite analogie entre les manieres Philoſophiques de s'énoncer, & les manieres les plus ordinaires de ſe faire entendre. Mais ſi une Lune en tournant autour d'une Planete principale lui offre toujours la même face, comme notre Lune le fait à peu près à l'égard de la Terre, elle tourne néceſſairement ſur ſon propre centre ; puiſqu'elle préſente ſucceſſivement la même face vers tous les endroits de l'eſpace abſolu. On ne peut pas aſſurément recuſer le témoignage d'un Spectateur tranquille & nullement interreſſé, qui ſeroit immobile & placé à une diſtance infinie. En même tems qu'il verroit le Satellite circuler autour de la Planete principale, il verroit ſucceſſivement toutes les différentes faces du Satellite. Ce ſont là deux choſes diſtinctes, puiſque l'une pourroit ſubſiſter ſans l'autre. Pour paſſer après cela à la queſtion de Phyſique, il eſt évident qu'il faut deux cauſes différentes pour produire ces deux effets. Il n'en faudroit qu'une, il ne faudroit qu'une force tranſlatrice, ſi tous les axes ou diamétres du Satellite conſervoient un parfait paralleliſme. Dans pluſieurs de nos machines dont toutes les parties ſont liées enſemble, un mouvement produit l'autre néceſſairement, comme dans une rouë dont tous les rayons vont ſe terminer aux jantes. Mais lorſqu'un Globe flote dans un fluide, il n'y a que quelque ſorte de frotement qui puiſſe le faire tourner, à moins qu'il n'ait reçû à part un mouvement de rotation.

C'eſt ce qui eſt certain, reprit Eugene, & c'eſt ce qui ſe trouve confirmé d'une maniere particuliere par les circonſtances que nous ſçavons du Tourbillon de Jupiter. La friction ne peut pas agir ſur les nœuds des Satellites de cette Planete ; parce que tous ces nœuds ſe répondent

exactement, & que comme nous l'avons vû ci-devant, deux couches qui se touchent immédiatement, ne peuvent par leur action l'une sur l'autre, que faire changer leur Inclinaison mutuelle. C'est la même chose d'une troisiéme & d'une quatriéme couche, aussi-tôt qu'elles ont toutes les mêmes nœuds; & aussi voyons-nous que les Orbites des quatre petites Lunes, coupent encore l'Orbite de la Planete principale au milieu du quinziéme degré du Lion & du Verseau, comme elles le faisoient en 1650 du tems du célébre feu M. Cassini; quoique Jupiter ait fait depuis six à sept révolutions autour du Soleil.

Je suis fâché, dit Théodore, de trouver si peu de conformité entre le Monde de Jupiter & le petit Tourbillon qui environne la Terre : car les nœuds de la Lune, ou les intersections de son Orbite & de l'écliptique, retardent par an de plus de 19 degrés; rétrogradation qui est extrêmement considérable par raport à celle des nœuds propres de la Terre. Ce qui m'étonne encore plus, c'est que pendant que les nœuds de la Lune ont un si grand mouvement, l'Inclinaison de son Orbite, par raport à l'écliptique, ne change que très-peu. Mais nous ne sçavons pas, répondit Ariste, combien notre Tourbillon particulier s'étend au-delà de la Lune : Peut-être qu'il ne s'y étend que bien peu, & que l'obliquité des couches qui sont dans cet espace, change par sault & d'une maniere subite; ce qui fait augmenter considérablement les effets de la friction, quant au mouvement des nœuds. Dans le grand espace qui est entre la Lune & nous, la différence de l'obliquité des couches peut être mieux distribuée; elle peut se faire par des degrés si insensibles, que la friction se trouve comme nulle, & que la Terre n'en ressente presque point l'effet.

Il n'en faut pas douter, reprit Eugene, qu'on ne puisse imaginer une infinité de diverses dispositions dans les di-

rections des couches de notre Tourbillon particulier, qui ſoient également propres à expliquer pourquoi les nœuds de la Lune rétrogradent ſi conſidérablement, pendant que l'Inclinaiſon de cette petite Planete eſt à peu près conſtante par raport à l'écliptique. Nous avons vû ci-devant en examinant le Tourbillon Solaire, comment il ſe peut faire qu'une couche ſoit entre deux autres, qui ſuſpendent mutuellement leur effet, eu égard à l'Inclinaiſon, & qui ne le ſuſpendent pas également, eu égard au mouvement du nœud. Au reſte, vous n'ignorez pas que l'obliquité de l'Orbite de la Lune, n'eſt pas abſolument conſtante, & qu'elle varie d'environ une vingtaine de minutes, depuis 5 degrés 1 minute, juſqu'à 5 degrés 20 min. Cette variation, puiſqu'elle eſt ſujette à une alternative continuelle, ne peut être cauſée que par les Syzygies qui ſe font proche des nœuds, conformément à ce que nous avons dit ce matin. Notre Tourbillon particulier étant fortement comprimé du côté du Soleil & à l'opoſite, prend une figure ovale, dont le petit axe eſt dirigé vers cet Aſtre. La Lune qui n'eſt pas tout-à-fait ſituée à l'extrêmité de ce Tourbillon, ne s'aſſujettit pas abſolument, comme le penſoit M. Deſcartes, à tracer une ovale parallele à celle-là ; mais toutes les fois qu'elle s'approche des Syzygies, elle ſe reſſent de la plus grande viteſſe qu'a la matiere éthérée dans ces endroits retrécis, & il eſt évident par les raiſons que nous avons alléguées, que l'éther qui ſe trouve comprimé, & dont la viteſſe eſt principalement accélérée dans le ſens de l'écliptique, doit altérer l'Inclinaiſon de l'Orbite de la Lune en divers ſens, ſelon que cette Orbite ſe trouve convergente ou divergente avec l'écliptique, ou pour m'expliquer en d'autres termes, ſelon que la Lune avance vers ſon nœud, ou ſelon qu'elle l'a déja paſſé. Nous apprenons auſſi par les Obſervations de tous les Aſtronomes, que l'obliquité dont il s'agit, augmente, lorſque les nœuds approchent de la ligne des Syzygies ; & qu'au contraire elle

elle diminuë, lorſque les nœuds s'éloignent de cette ligne. Deſorte que le terme qui fait la ſéparation de l'augmentation & de la diminution, ſe trouve toujours placé dans le paſſage des nœuds par l'endroit le plus reſſerré de notre petit Tourbillon.*

* Voyez les Rem. num. (3

Je ne ſouhaiterois plus, continua-t-il, qu'une choſe qui n'a pas un raport immédiat à ce que nous diſons ici; mais qui y a cependant raport, & qui peut contribuer à perfectionner la Théorie de la Lune. Je ſouhaitterois que les Aſtronomes obſervaſſent ſi cette Planete ne prend pas une plus grande viteſſe dans ſes Syzygies, lorſqu'elle a peu de latitude, que lorſqu'elle en a beaucoup. Il y a déja long-tems qu'on a reconnu que tout le reſte étant égal, elle ſe meut plus vite dans les conjonctions & oppoſitions, que dans tout autre tems. C'eſt qu'elle reçoit un nouveau mouvement en paſſant dans des endroits de notre Tourbillon où l'éther ſe meut avec plus de rapidité. Mais qu'on l'examine avec ſoin; je ſuis perſuadé qu'elle en reçoit encore plus, lorſqu'elle a moins de latitude, ou lorſqu'elle paſſe plus préciſément dans l'endroit le plus reſſerré, dans l'endroit où le cours de l'éther eſt le plus rapide. Or lorſque cette Planete a une fois reçû un plus grand mouvement, elle doit aller un peu plus vite pendant toute ſa révolution; & ainſi toutes les circonſtances étant d'ailleurs les mêmes, les mois ſinodiques & périodiques doivent être un peu plus courts, lorſque les nœuds ſont dans la ligne des Syzygies. Vous voyez donc qu'à toutes les choſes avec leſquelles on ſçait que la viteſſe de la Lune a raport, il faut joindre encore la ſituation des nœuds dont cette viteſſe dépend. Il ſuit de-là que l'argument de la latitude eſt un des élémens dont on ne doit pas ſimplement ſe ſervir, comme on l'a fait juſques ici, lorſqu'on veut réduire à l'écliptique le lieu de la Lune; mais qu'on doit l'employer auſſi dès la premiere inſtitution du calcul, pour

déterminer le lieu même de cette Planete dans ſon Orbite.

Ici mes trois amis remarquerent que le Soleil étoit ſur le point d'achever ſa courſe, & que l'Occident déja tout en feu, s'étoit, pour ainſi dire, paré de toutes ſes couleurs, afin de mieux recevoir cet Aſtre. Ils changerent d'entretien, & la converſation en très-peu de tems, roula ſur différens ſujets. Les réfléxions preſque toujours ſérieuſes de Théodore, firent tomber inſenſiblement le diſcours ſur la Sageſſe qui ſe manifeſte ſi clairement dans la diſpoſition de toutes les parties de l'Univers: Ils dirent qu'il étoit bien facile de reconnoître que ce magnifique Chef-d'œuvre n'étoit pas l'ouvrage du hazard, comme le penſoient Epicure & Lucrece. Ce n'eſt au contraire, s'écrierent-ils, qu'une Intelligence infinie qui a pû diſcuter tous les moyens, & diſcerner entre une infinité de loix poſſibles, celles qui étoient les plus propres par leur établiſſement, à répandre de la variété & de la ſymmétrie, & à lier entre elles toutes ces parties innombrables, qui ont des raports trop marqués, pour qu'on puiſſe douter qu'elles n'ayent été faites les unes pour les autres. Enfin avant que de partir, Eugene demanda à Théodore ce qu'il penſoit des différentes explications qu'Ariſte & lui venoient de donner. Théodore répondit qu'il lui paroiſſoit effectivement qu'il étoit difficile de dire d'autres choſes dans l'hypothéſe des Tourbillons qu'il ne pouvoit admettre, à cauſe des difficultés qui en étoient inſéparables: Mais qu'il valoit beaucoup mieux s'en raporter au jugement d'une COMPAGNIE SÇAVANTE, aux lumieres de laquelle les Philoſophes de toutes les Sectes, ſe faiſoient gloire de déférer. Il n'y a, ajouta-t-il, qu'à prier notre cher Hôte, qui n'eſt ſuſpect à aucun de nous, & qui nous a écouté avec toute l'attention d'un Diſciple de Pythagore, de faire un précis de notre Entretien. Mais j'exige une condition: Je veux, dit-il, qu'il n'oublie abſolument

rien de ce que j'ai avancé en faveur des Attractions ; je veux de plus, qu'il avertisse que vous m'avez non-seulement empêché de faire usage de ce principe, mais même de démontrer qu'il fait partie du Méchanisme.

Fin du Troisiéme & dernier Entretien.

Deus autem noster in Cœlo, omnia quæcumque voluit, fecit.



REMARQUES
SUR LE TROISIE'ME ENTRETIEN.

Sur les explications Cartésiennes de la précession des Equinoxes.

(1) IL n'est pas étonnant qu'une hypothése imaginée pour satisfaire à un grand nombre de Phénomènes, soit propre à en représenter quelques legeres circonstances. Presque toutes sont également bonnes lorsqu'on ne considére les faits que d'une maniere générale & grossiére ; de même qu'une infinité d'objets se ressemblent, lorsqu'étant vûs de trop loin, on ne les apperçoit qu'imparfaitement. C'est donc la discussion scrupuleuse, ou l'application particuliere d'une hypothése à tous les points de détail, qui peut justifier seule qu'on a trouvé une vraie solution, en fait d'explication physique. Tant que l'hypothése n'a point encore été mise à cette épreuve, elle ne doit être regardée que comme douteuse ; de même qu'elle doit être rejettée comme fausse, aussi-tôt que soumise à l'examen rigoureux dont nous parlons, elle n'a pû le soutenir.

L'explication qu'on a donnée de la cause de la précession des Equinoxes, est si vague, qu'elle ne prouve rien en faveur de l'action des couches de la matiere éthérée les unes sur les autres. On pourroit recourir avec tout autant de droit à toute autre cause ; & on s'en retireroit aussi bien, en évitant soigneusement d'entrer dans le détail. Il y a même une remarque générale à faire sur l'action des couches du Tourbillon terrestre ; remarque embarrassante qui n'a pas moins de raport à

la fin du ſecond Entretien qu'à la plûpart des choſes qui ſont expliquées dans celui-ci. Le cours de la matiere éthérée à une grande diſtance de la Terre, eſt indiquée par le mouvement de la Lune. Mais lorſque les couches ont travaillé avec ſuccès à ſe conformer un peu d'avantage dans leurs directions, lorſque l'orbite de la Lune ne fait plus qu'un angle d'environ 18 $\frac{1}{3}$ degrés avec l'équateur de la Terre, comment ſe peut-il faire enſuite que cet angle devienne plus grand, & qu'au bout de 9 ans il ſe trouve d'environ 28 $\frac{2}{3}$ degrés ?

Sur la maniere dont les corps qui ſont tranſportés par leur centre de gravité conſerve leur même ſituation.

(2) IL vient naturellement en penſée lorſqu'on fait attention à cette propriété qu'ont les Corps de conſerver leur même ſituation malgré leur tranſport, qu'on pourroit en tirer quelque utilité pour conſtruire un inſtrument propre à indiquer les différentes directions qu'on ſuit en marchant. L'expérience dont on a parlé, dans la Préface, (page 19) touchant une aſſiéte, ſoutenuë ſur la pointe d'une aiguille, ne peut que confirmer dans cette idée. Car lorſque l'aſſiéte étoit ſuſpenduë avec ſoin, elle conſervoit exactement la même ſituation à l'égard des Régions du Monde, quoiqu'on ſe donnât aſſez de mouvemens, qu'on allât & qu'on revînt pluſieurs fois ſur ſes pas. Il ne faut pas croire qu'un inſtrument conſtruit ſur ce principe, pût avoir jamais des uſages qui aprochaſſent beaucoup de ceux de la Bouſſole. Il ſeroit ſujet au même inconvenient que la plûpart des autres Machines que nous imaginons, qui ſont, pour ainſi dire, trop artificielles, ou qui dépendent trop

de l'art que nous y mettons. La ſituation actuelle de cet inſtrument, dépendroit de celle qu'il auroit antécedamment, ce qui ſeroit cauſe qu'une irrégularité ſeroit preſque toujours ſuivie d'une autre plus grande, & qu'elle ne ſeroit jamais réparée : au lieu que l'aiguille aimantée revient d'elle-même reprendre ſa premiere ſituation. Mais l'épreuve de l'aſſiéte montre que dans certains cas extraordinaires on pourroit ſe ſervir de cet expédient, ſur tout ſi l'on conſtruiſoit pluſieurs de ces machines & qu'on prit ſoin de varier un peu la maniere de les ſuſpendre, afin que leur dérangement ne ſe fit pas à toutes dans le même ſens. Elles n'indiqueroient pas ſur le Globe terreſtre, ſupoſé exactement ſphérique, des lignes ſpirales comme la Bouſſole, elle marqueroit la ſeule direction des grands cercles.

Sur le Mouvement des nœuds de la Lune, &c.

(3) UN article ſur lequel l'explication Cartéſienne ſatisfait aſſez, c'eſt la variation de la Lune, ou cette accélération de viteſſe dans les Syzygies, dont nous devons la premiere obſervation au fameux Tycho. Il paroît encore très-naturel que l'ellipſe ou l'ovale décrite par la Planete, s'allonge un peu dans le ſens perpendiculaire ou ſelon la ligne des quadratures. Tout le Monde convient maintenant que M. Deſcartes n'a pas tout-à-fait mal rencontré ſur cette ſeconde particularité. Mais c'eſt à quoi ſe réduiſent tous les bons ſuccès de ſon explication, qu'il ne faut pas d'ailleurs trop preſſer; puiſqu'elle n'eſt pas ſuſceptible d'aſſez de préciſion pour ſervir de fondement à des Tables Aſtronomiques ou à un calcul rigoureux. A l'égard des autres parties de l'explication, elles ſont preſque toujours en contradiction avec les Obſervations. Eugene vient de dire que le

paſſage des nœuds de la Lune par la ligne des Syzygies ſert de terme entre l'augmentation & la diminution que reçoit l'Inclinaiſon ou l'obliquité des deux Orbites. Cela eſt extrêmement vrai ; mais par malheur c'eſt dans un ſens tout contraire à celui que notre Cartéſien peut avoir dans l'eſprit ; & ſi l'on examine le mouvement des nœuds, on verra que le mécompte eſt tout auſſi grand. Selon l'explication ces points devroient avancer ſans ceſſe ; au lieu qu'ils retardent toujours effectivement, ou tout au plus ils deviennent ſtationnaires ; préciſément comme le demande le ſyſtême de l'Attraction

Il n'eſt queſtion ici que de ſe rapeller ce qu'on a dit dans le premier Entretien à la page 41, & d'en faire l'aplication. Les deux lignes droites BA & CA (*fig.* 3.) repréſentent la route de la Lune & de l'Ecliptique : Les deux Planetes ſont aux environs de leur conjonction & la Lune avance vers ſon nœud A dont elle eſt encore un peu éloignée ; les deux directions ſon convergentes. Je n'examine point ſi la Lune ſuit exactement le courant de la matiere éthérée, ou ſi elle tient quelque autre route ; mais il eſt certain que ſi elle eſt entraînée par un Tourbillon, le fluide plus comprimé ſous le Soleil produira néceſſairement deux effets directement contraires aux Obſervations : Il fera avancer le nœud en pouſſant la Lune en dehors, & il fera diminuer l'angle d'Inclinaiſon ou l'angle de convergence FAE. L'hipothéſe du fluide ne va pas mieux lorſque la Lune toujours aux environs des Syzygies, s'écarte de ſon nœud, comme dans la figure 2, ou que les directions ſont divergentes. Le fluide plus comprimé par la préſence des deux Aſtres, fera augmenter l'angle d'Inclinaiſon & avancer encore les nœuds. Deux effets qui ſont également contraires aux Obſervations. Ainſi, on voit que la diſcuſſion des faits particuliers, tourne preſque toujours en preuve contre l'exiſtence du fluide qui tranſporte les Planetes. Ce n'eſt pas aſſez de dire que cette hypothéſe n'explique

pas assez heureusement les Phénoménes, il faut ajouter qu'elle seroit plus propre à en expliquer de tout oposés: Elle ne réüssiroit bien que dans un Monde tout autrement disposé que le nôtre. Il s'en faut bien qu'on puisse faire le même reproche au systême de la pésanteur universelle. Cette hypothése est un flambeau avec lequel on marche surément dans l'explication des faits ; elle en éclaire jusqu'aux moindres particularités, jusqu'aux plus légeres circonstances. On peut en s'y conformant réduire à un calcul exact tous les mouvemens célestes & leurs plus petites anomalies ; ce qui fournit la derniere épreuve à laquelle on puisse soumettre un systême.

Il ne nous reste plus qu'à terminer ces Remarques par une courte réfléxion qui a un égal raport aux trois Entretiens précédens, & qui par cette raison trouve ici naturellement sa place. Nous avons dit en divers endroits qu'on a poussé trop loin dans le Cartésianisme la liberté de faire des hypothéses. Nous reconnoîtrons actuellement que la chose n'a pas toujours été libre, que souvent on s'est vû obligé d'adopter des supositions toutes contraires, & que cet inconvenient doit être autant imputé à la Physique qu'on avoit embrassée, qu'à la faute particuliere des Physiciens. Lorsque je considére que l'éther ne doit pas avoir moins de densité que les Planetes même, s'il est vrai que toute la matiere a été également affectée & a la même inertie, je ne puis pas m'empêcher d'inferer que les Planetes suivent exactement le courant du fluide qui les entraîne. C'est le sentiment qu'ont tâché de faire valoir nos deux Cartésiens. Mais si je part d'un autre Phénoméne ; si faisant attention, par exemple, à la nature des fluides, je remarque que les endroits les plus rapides dans le Tourbillon Solaire, doivent nécessairement se trouver à l'oposite d'autres endroits rapides, je conclurai tout le contraire de ce que j'inferois ; je me jetterai dans une autre hypotése. Ainsi le sort de mes opinions ou de mes raisonnemens dépendra des

faits

faits qui m'auront le plus frapé ou qui m'auront rendu plus attentif : Toute ma Physique prendra une autre face selon le point où je commencerai. Il faut néanmoins bien remarquer que je raisonnerai toujours en bon Cartésien ou sans m'écarter des principes de cette Secte. Le mal viendra donc de plus loin : il viendra de ce que le Méchanisme ordinaire reputé complet, mais qui est trop limité, ne suffit pas pour concilier tous les Phénoménes. Il faut avoir recours à quelque chose de plus, lorsqu'on veut montrer la connexion qu'il y a entr'eux ; & tant qu'on osera prescrire à la Nature d'autres voyes que celles qu'elle suit, on sera toujours d'autant plus sujet à se tromper, qu'on tirera un plus grand nombre de conséquences. On ressemblera à un Logicien qui se seroit fait une fausse méthode d'argumenter, & qui seroit ensuite tout étonné de voir qu'en partant de principes également certains, il parviendroit à des conclusions contradictoires.

Enfin, il paroît assez par toutes les raisons qu'on a exposées, qu'il faut ajouter aux loix du mouvement quelqu'autre principe ; ne fut-ce que pour donner à certains corps de la dureté & pour produire ce Phénoméne si simple & néanmoins si général, la chute des Graves vers la Terre, & le détour continuel que souffre le cours des Planetes qui sont toujours assujeties à tourner autour de quelque point. Nous sommes outre cela décidés sur un article qui nous oblige de rejetter une infinité de supositions arbitraires. Il ne faut plus mettre de fluide dans le Ciel pour transporter les Planetes : Les espaces célestes sont vuides, ou bien ils sont occupés par une matiere qui n'a point été affectée, ou qui l'a été autrement que celle qui entre dans la composition des corps terrestres. M. Descartes ne demandoit que de l'étenduë & du mouvement pour former un Monde comme le nôtre, mais il ne réussiroit seulement pas à former un grain de sable. Disons encore une

fois, en terminant ces Remarques, que pour faire de vrais progrès dans la ſcience naturelle, il faut ſe renfermer dans les vérités d'induction le plus qu'on peut, ou n'admettre que les ſeules conſéquences immédiates & néceſſaires : c'eſt le plus ſûr moyen de ne pas tomber dans le même inconvénient que le Logicien qui ſe ſeroit laiſſé prévenir d'une fauſſe Dialectique.

EXTRAIT DES REGISTRES

DE L'ACADEMIE ROYALE DES SCIENCES,

Du 21 *Février* 1748.

MEſſieurs Nicole & Clairaut qui avoient été nommés pour examiner *les changemens & les Additions que M. Bouguer a faits à ſes Entretiens ſur la Cauſe de l'Inclinaiſon de l'Orbite des Planetes*, en ayant fait leur raport, L'ACADEMIE a jugé ces Additions dignes de l'impreſſion. En foi dequoi j'ai ſigné le préſent Certificat. A Paris ce 9 Mars 1748.

GRANDJEAN DE FOUCHY,
Sec. perp. de l'Ac. Roy. des Sciences.

ERRATA.

PAge 38, ligne 22, *liſez* le point a. Page 61, lig. 21, *au lieu* de la vérité du, *liſez* de l'exiſtence du. Pag. 81, ligne 2, au lieu de *v* dans l'expreſſion algébrique, *liſez dv*. Pag. 84, lig. 20, *liſez* corps ſolide. Page 93, lig. 9, *liſez* dont on a. Page 114, ligne 18, voulons, *liſez* pouvons. Page 121, ligne dern. liſez *précéde*. Page 122, lig. 18, que le *liſez* que la.

AVERTISSEMENT

Au ſujet des Remarques qui ſont à la fin de chaque Entretien.

QUoique ces Remarques ſoient devenuës aſſez longues pour former comme des Diſſertations ſéparées, elles ſe rapportent néanmoins, pour chaque Entretien, à certains endroits à la ſuite deſquels on ſupoſe qu'elles ſoient lûes.

Les Remarq. (1) page 45., *Sur l'Inſtitution des loix du Mouvement*, ſe raportent principalement au haut de la page 31. Les Remarques (2), page 48, *Sur l'Inſtitution des loix de l'Attraction*, ont raport à ce qui eſt dit page 31, & dans les pages précédentes 27, 28, 29. Les Remarques (3), page 61, *Sur les principes de la Phyſique qu'on pourroit ſubſtituer aux Attractions*, appartiennent à la page 32. Les Remarques (4), page 67, *Sur l'Inſuffiſance du Méchaniſme ordinaire pour cauſer la dureté des Corps*, ont raport au bas de la page 33. Les Remarques (5), page 67, *Sur la réſiſtance que font les Milieux au mouvement*, appartiennent à ce qui eſt dit page 42. Et les Remarques (6) & (7) page 82 & 87, *Sur l'Inſuffiſance du Méchaniſme ordinaire pour cauſer la péſanteur & dans l'Aſtronomie Phyſique*, ſe rapportent principalement à ce qui eſt dit au haut de la page 34.

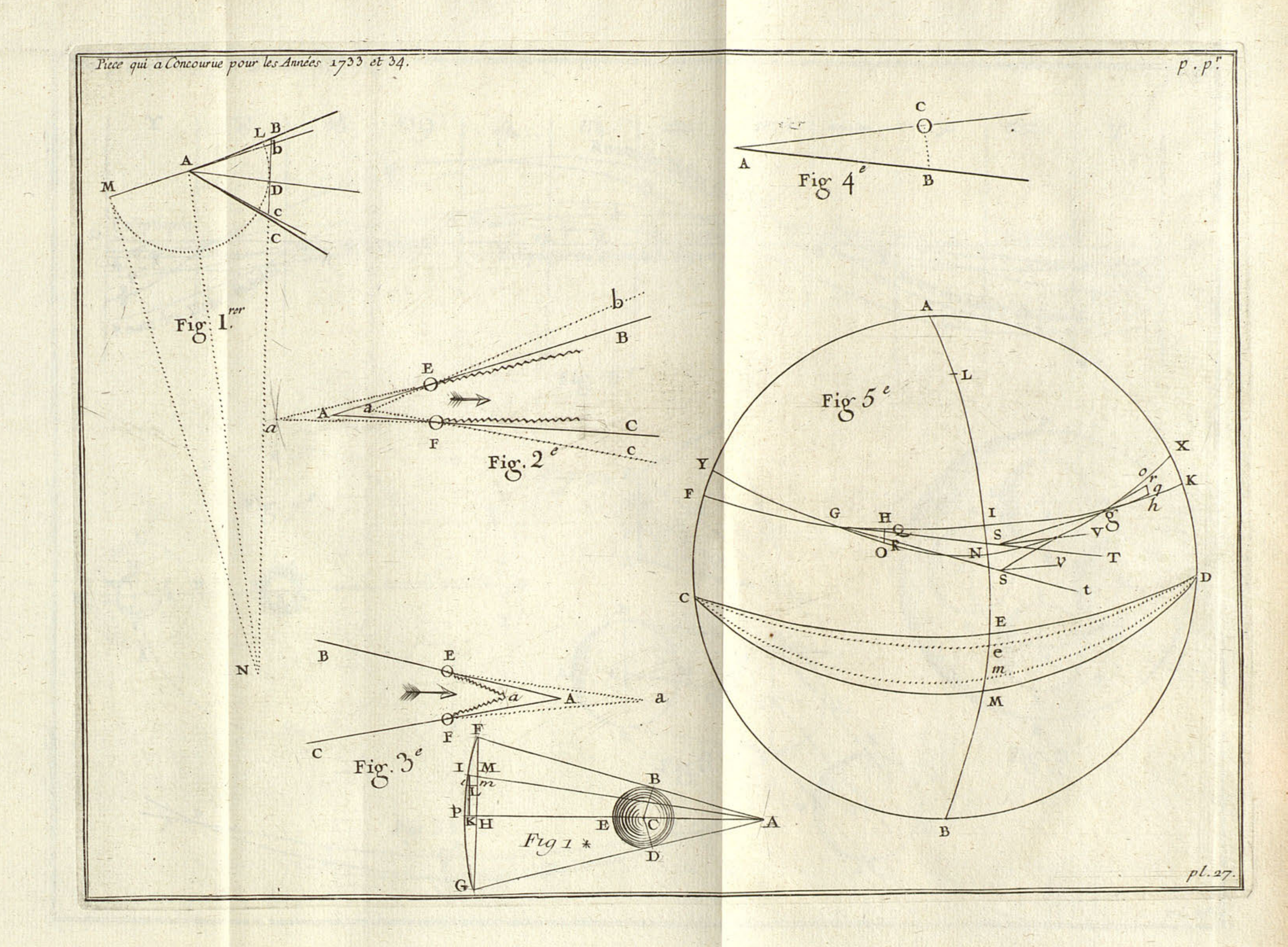
Les Remarques (1) qui ſont à la page 116, à la ſuite du ſecond Entretien, & qui ont pour titre, *Du changement de ſituation de place de l'Ecliptique*, ſe rapportent à la page 114.

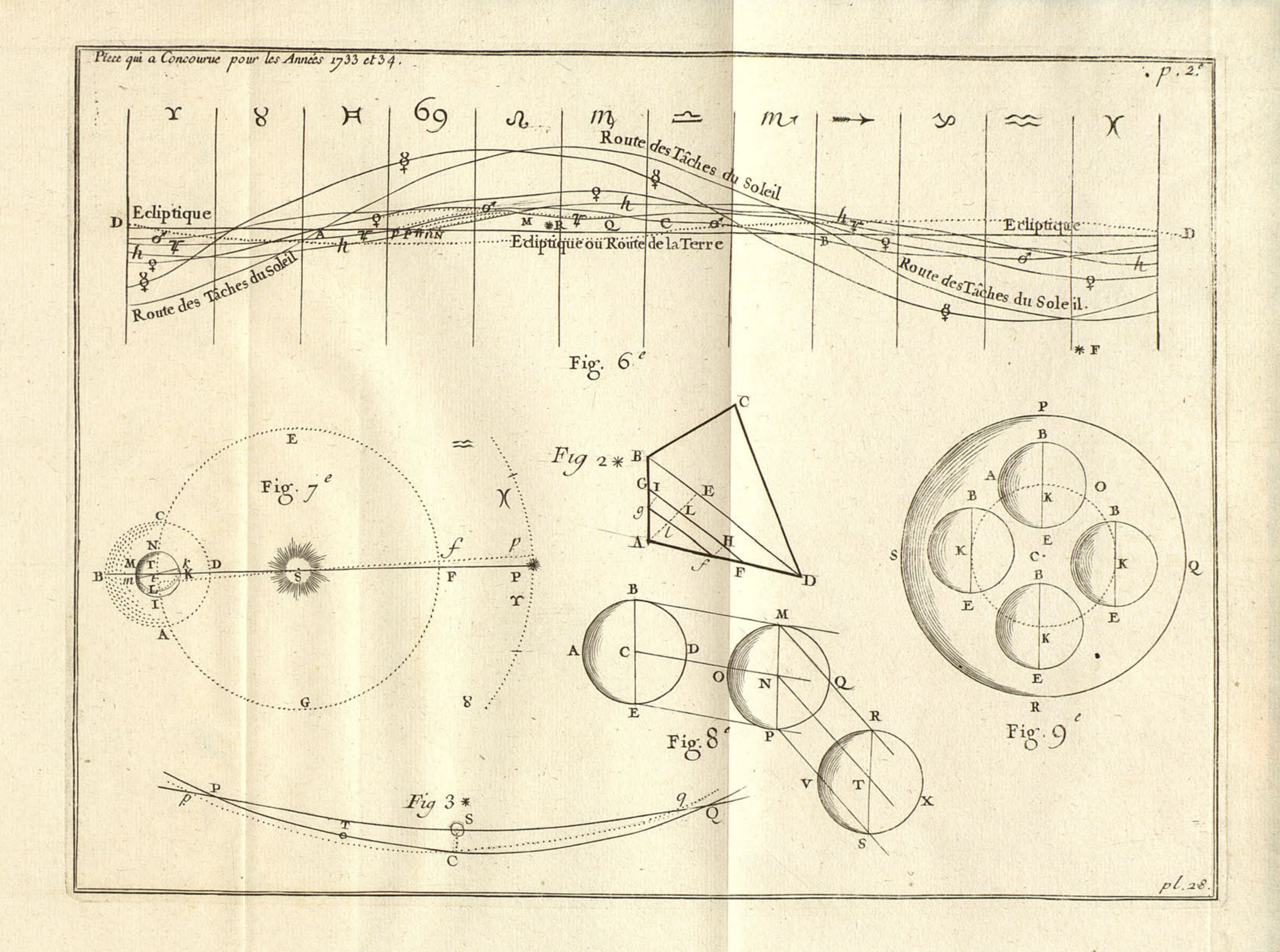
Enfin, les Remarques (1) qui ſont à la page 132 à la fin du troiſiéme Entretien, *Sur les explications Cartéſiennes de la préceſſion des Equinoxes*, appartiennent à la

page 123 ; celles (2) *Sur la maniere dont les corps qui ſont tranſportes par leur centre de gravité conſervent leur même ſituation*, ont raport à la page 124, & ſuivantes. Et les Remarques (3) *Sur le mouvement des nœuds de la Lune*, *&c.* appartiennent au haut de la page 129.



De l'Imprimerie de J. CHARDON.


Fig. 1.rer
Fig. 2e
Fig. 3e
Fig 4e
Fig 5e
Fig 1 *


Route des Tâches du Soleil
Ecliptique
Ecliptique ou Route de la Terre
Route des Tâches du Soleil
Route des Tâches du Soleil.
Fig. 6e
Fig. 7e
Fig 2 *
Fig. 8e
Fig. 9e
Fig 3 *








298
157